

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 930**

51 Int. Cl.:

E01C 1/00 (2006.01)

E01C 15/00 (2006.01)

E01D 2/00 (2006.01)

E01D 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2020 PCT/US2020/042200**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2021 WO21011701**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2020 E 20751004 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2024 EP 3999686**

54 Título: **Infraestructura de calzada para vehículos autónomos**

30 Prioridad:

16.07.2019 US 201962874875 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2024

73 Titular/es:

**GLYDWAYS, INC. (100.0%)
415 E. Grand Avenue Suite 201
South San Francisco CA 94080, US**

72 Inventor/es:

**JAMTGAARD, PETER y
JAMTGAARD, PAUL**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 985 930 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Infraestructura de calzada para vehículos autónomos

5 Referencia cruzada con solicitud relacionada

Esta solicitud de patente del Tratado de Cooperación de Patentes reivindica prioridad sobre la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos n.º 62/874.875, presentada el 16 de julio de 2019 y titulada "Roadway Infrastructure for Autonomous Vehicles".

10

Campo

Las realizaciones descritas generalmente se refieren a carreteras para vehículos y, más particularmente, a calzadas a diferente nivel (elevadas) para vehículos autónomos.

15

Antecedentes

Los vehículos, tal como coches, camiones, camionetas, autobuses, tranvías y similares, se encuentran en todas partes en la sociedad moderna. Los coches, los camiones y las furgonetas se utilizan con frecuencia para el transporte personal de un número relativamente pequeño de pasajeros, mientras los autobuses, los tranvías y otros vehículos de gran tamaño se utilizan con frecuencia para el transporte público. Los vehículos también pueden utilizarse para el transporte de paquetes o con otros fines. Dichos vehículos pueden circular por carreteras, que pueden incluir carreteras asfaltadas, puentes, autopistas, pasos elevados u otros tipos de derechos de paso de vehículos.

20

25

Las calzadas elevadas que comprenden un pilón y ménsulas que soportan secciones de carretera se conocen a partir del documento US 2013/263392 A1, US 4 313 383 A, KR 101 230 360 B1 o US 2019/039615 A1.

Sumario

30

Se proporciona una calzada elevada para vehículos autónomos de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

La columna de hormigón puede incluir hormigón reforzado con acero. Tanto el tubo de metal como la columna de hormigón pueden ser capaces de soportar totalmente el peso de la sección de carretera en voladizo. La estructura de vigueta puede incluir una pluralidad de viguetas paralelas. La pluralidad de viguetas paralelas puede incluir cuatro viguetas paralelas. La sección de carretera en voladizo puede incluir además un encofrado metálico acoplado a la estructura de vigueta y un soporte de carretera de hormigón formado en el encofrado metálico, y el elemento de carretera y el soporte de carretera de hormigón pueden ser partes de una estructura monolítica.

35

Breve descripción de los dibujos

40

La divulgación se entenderá fácilmente mediante la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en donde los números de referencia similares designan elementos estructurales similares, y en los que:

la FIG. 1 representa una porción de una calzada elevada de ejemplo;

45

la FIG. 2 representa una sección de carretera de ejemplo de la calzada elevada de la FIG. 1;

la FIG. 3 representa una vista despiezada de la sección de carretera de la FIG. 2;

50

las FIGS. 4A-4B son vistas en sección transversal parciales de secciones de carretera de ejemplo para una calzada elevada;

la FIG. 5 representa una sección de carretera en voladizo soportada por un pilón;

55

la FIG. 6 representa el pilón de la FIG. 5;

la FIG. 7 es una vista en sección transversal parcial del pilón de las FIGS. 5 y 6;

la FIG. 8A representa una vista lateral de una ménsula acoplada a un pilón;

60

la FIG. 8B representa una vista lateral de la ménsula de la FIG. 8A acoplada al pilón;

las FIGS. 9A-9D representan configuraciones de ejemplo de secciones de carretera soportadas por un pilón;

65

las FIGS. 10A-10F representan etapas de un proceso de ejemplo para construir una calzada elevada;

la FIG. 11 representa un proceso de ejemplo para construir estructuras de vigueta;

las FIGS. 12A-12B representan un vehículo de ejemplo;

5 las FIGS. 13A-13B representan el vehículo de las FIGS. 12A-12B con sus puertas abiertas;

la FIG. 14A representa una vista despiezada parcial de un vehículo de ejemplo;

la FIG. 14B representa una vista despiezada parcial de otro vehículo de ejemplo.

10

Descripción detallada

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones representativas ilustradas en los dibujos adjuntos. Debería entenderse que la siguiente descripción no pretende limitar las realizaciones a una realización preferida. Al contrario, pretende abarcar alternativas, modificaciones y equivalentes que puedan incluirse dentro del alcance de las realizaciones descritas como se define en las reivindicaciones adjuntas

15

Las realizaciones en el presente documento se refieren generalmente a un sistema de transporte en el que numerosos vehículos pueden operarse de manera autónoma para transportar pasajeros y/o mercancías a lo largo de una calzada que incluye segmentos de calzada elevada. Por ejemplo, un sistema o servicio de transporte puede proporcionar una flota de vehículos que operan a lo largo de una calzada para recoger y dejar pasajeros en ubicaciones o paradas preestablecidas, o en ubicaciones seleccionadas dinámicamente (p. ej., seleccionadas por una persona a través de un teléfono inteligente). En algunos casos, puede ser necesario o beneficioso elevar toda o parte de la calzada que atraviesan los vehículos. Por ejemplo, en entornos urbanos y densos, puede no ser práctico o conveniente destinar carriles de tráfico o aceras existentes a carriles exclusivos para vehículos autónomos. En consecuencia, en el presente documento se describen sistemas para elevar una calzada por encima del nivel del suelo de modo que se puedan proporcionar calzadas de vehículos autónomos mientras se reduce o minimiza el impacto en las carreteras, aceras y otras infraestructuras existentes. Como se utiliza en el presente documento, el término "calzada" puede referirse a una estructura que soporta vehículos en movimiento.

20

25

30

Las calzadas a diferente nivel (también denominadas en el presente documento calzadas elevadas) para vehículos autónomos pueden incluir una serie de pilones que están anclados en el suelo y soportan la calzada. La calzada puede estar conformada por múltiples secciones de carretera modulares (y, de manera opcional, al menos parcialmente prefabricadas) que están acopladas a los pilones. En concreto, las carreteras elevadas descritas en el presente documento pueden no ser accesibles para los vehículos de calzadas convencionales (p. ej., coches, camiones, camionetas). Además, los vehículos que se utilizan en las calzadas elevadas pueden controlarse centralmente o programarse de otra manera para funcionar de acuerdo con un conjunto particular de reglas. En consecuencia, la carga máxima de las calzadas elevadas puede ser una cantidad conocida o al menos altamente controlable. Por el contrario, las carreteras y puentes convencionales deben diseñarse para adaptarse a un escenario de carga en el peor de los casos desconocido que incluye vehículos de diferentes tamaños, pesos, velocidades y similares. Dado que la carga de las calzadas elevadas del sistema de transporte descrito en el presente documento puede controlarse en gran medida y dado que los vehículos del sistema de transporte son relativamente pequeños y ligeros en comparación con los vehículos de carretera convencionales, las calzadas elevadas descritas en el presente documento pueden ser más pequeñas y ligeras que un tramo de puente o carretera convencional.

35

40

45

Como se ha mencionado anteriormente, la calzada elevada puede incluir una serie de secciones de calzada modulares que se apoyan sobre el suelo en una serie de pilones. Las secciones de calzada pueden incluir una estructura de vigueta que puede fabricarse al menos parcialmente de forma remota (p. ej., prefabricada) y enviarse a un lugar de instalación, donde puede acoplarse con otras estructuras de vigueta y, en última instancia, elevarse y acoplarse a los pilones. Las estructuras de vigueta pueden estar conformadas por múltiples viguetas individuales que pueden dimensionarse para poder ser enviadas utilizando métodos de envío convencionales. Por ejemplo, las viguetas pueden configurarse para caber en contenedores para transporte terrestre-marítimo-aéreo, en camiones articulados de plataforma o similares. En algunos casos, se pueden instalar múltiples viguetas en un único contenedor para transporte terrestre-marítimo-aéreo o en un tráiler de un camión articulado. Las múltiples viguetas pueden acoplarse entre sí para formar una estructura de vigueta que, a continuación, puede combinarse (p. ej., de extremo a extremo) con otras estructuras de vigueta, y después acoplarse a los pilones. Debido a la naturaleza prefabricada modular de las viguetas, así como a su capacidad para ser transportadas utilizando métodos de envío convencionales, tales como contenedores para transporte terrestre-marítimo-aéreo y camiones articulados, el despliegue de la calzada elevada puede ser más rápido y más eficiente que los métodos de construcción de carreteras convencionales.

50

55

60

Una vez elevadas y acopladas a los pilones, las estructuras de carretera de hormigón pueden construirse encima de las estructuras de vigueta para definir la superficie de desgaste real de la calzada (p. ej., la superficie con la que entran en contacto los neumáticos del vehículo). Las estructuras de carretera pueden construirse encima de las estructuras de vigueta uniéndolas encofrados (p. ej., moldes que definen la forma de la estructura de la carretera) a las viguetas y rellenándolas con una máquina de deposición de hormigón. En concreto, las estructuras de carretera no tienen por qué ser simples losas planas que se asientan sobre las estructuras de vigueta. Más bien, las estructuras de carretera

65

pueden definir curvas, taludes, pendientes, descensos u otras formas, además de las losas planas básicas. De esta forma, aunque todas las estructuras de carretera pueden ser estructuras de hormigón monolíticas, pueden tener formas únicas que cooperan para definir las rectas, las curvas, las colinas y los taludes de las estructuras de carretera. En el presente documento se describen detalles adicionales sobre las estructuras de carretera y las técnicas para formarlas.

Como se ha mencionado anteriormente, la calzada puede ser parte de un sistema de transporte que incluye u opera con un tipo de vehículo especializado (o varios tipos de vehículos especializados), que puede configurarse para operar independientemente de acuerdo con conjuntos de reglas o esquemas de control conocidos, y que también puede estar sujeto a ser controlado o guiado directamente por un sistema de control de supervisión. Como se utiliza en el presente documento, "esquemas de control de vehículo" pueden referirse a esquemas de control que son ejecutados por un vehículo individual (también denominados "esquemas de control local"), así como esquemas de control central y/o distribuido que pueden tener la capacidad de controlar múltiples vehículos diferentes (que también se denominan "esquemas de control de supervisión"). Se entenderá que los esquemas de control de vehículos pueden incluir elementos de esquemas de control tanto locales como de supervisión para controlar los vehículos de tal manera que puede no haber (y no es necesario que haya) un límite funcional o programático claro o bien definido entre los esquemas de control local y de supervisión.

Dado que el sistema de transporte y sus vehículos se limitan típicamente a vehículos autónomos (p. ej., normalmente sin conductores humanos que dirijan los vehículos de forma independiente), y más particularmente a tipos conocidos de vehículos, la forma y el contorno de las estructuras de carretera pueden diseñarse en función de los vehículos y los esquemas de control de vehículo. Por ejemplo, dado que se conocen las especificaciones de los vehículos (p. ej., la velocidad máxima, el radio de giro, la máxima eficacia de frenado, las capacidades de aceleración, etc.), la calzada puede diseñarse en función de las especificaciones del vehículo para producir una característica de conducción objetivo y lograr un rendimiento global del vehículo y de la calzada.

Además, el control autónomo de los vehículos mediante los esquemas de control de vehículo y de supervisión permite utilizar una mayor gama de formas y contornos de calzada. Por ejemplo, aunque puede ser necesario evitar la construcción de giros de radio pequeño en una autopista convencional (porque sería inseguro exigir a los conductores humanos cambios drásticos de velocidad y dirección), estos giros pueden ser factibles en el presente sistema. En particular, dado que toda la calzada es conocida por el sistema de transporte, todos los vehículos de la calzada pueden estar específicamente configurados para realizar los ajustes de velocidad y los movimientos de dirección adecuados para circular de forma segura y cómoda por la calzada, incluso si hay giros cerrados, giros inclinados, pendientes, descensos o similares que, de otro modo, serían demasiado peligrosos o inoportunos en las carreteras convencionales.

En algunos casos, el sistema de transporte puede diseñarse para dar como resultado una característica de conducción particular para los ocupantes cuando los vehículos circulan por la calzada. Como se utiliza en el presente documento, "característica de conducción" puede referirse a un conjunto de parámetros físicos (tales como fuerzas o aceleraciones) que experimenta un ocupante de un vehículo que circula a lo largo de la calzada. En algunos casos, la característica de conducción puede caracterizarse por un conjunto de valores objetivo o límites o umbrales superiores (p. ej., en la aceleración lateral y vertical) que experimentará un ocupante mientras circula por la calzada en un vehículo (p. ej., el sistema puede configurarse para mantener las fuerzas de aceleración que experimentan los ocupantes del vehículo en los niveles umbral o por debajo de estos). Como un ejemplo específico, las aceleraciones sentidas por un usuario pueden limitarse en las direcciones delantera, trasera y lateral a menos de 0,5 veces la fuerza de la gravedad (g), mientras que la aceleración vertical puede mantenerse entre 0,5 g y 1,5 g. (Estos límites de aceleración pueden establecerse para un lugar del vehículo en el que se encontraría la cabeza de un pasajero durante un desplazamiento normal en vehículo). Otras propiedades cinemáticas también pueden estar sujetas a objetivos, límites superiores o umbrales. Por ejemplo, además de o en lugar de la aceleración, el sistema de transporte y, en particular, la forma de la calzada, puede diseñarse de modo que la velocidad, las sacudidas y los impactos se mantengan en los valores objetivo o cerca de estos, o en los límites o valores umbral o por debajo de estos. Además, para proporcionar una experiencia coherente, estos objetivos y/o límites pueden aplicarse a lo largo de toda la calzada o de una parte sustancial de ella. Al diseñar la calzada (p. ej., los giros, las pendientes, los descensos, los taludes, los peraltes, etc., de la calzada) para lograr una característica de conducción objetivo, los pasajeros pueden experimentar la sensación de deslizamiento, sin los bruscos y variables cambios de aceleración lateral, delantera/trasera y los cambios de aceleración vertical que se producen cuando se circula a lo largo de una carretera convencional.

Los valores umbral anteriores para la aceleración son simplemente valores de ejemplo y también se contemplan otros valores o formas de cuantificar las características de conducción objetivo. En concreto, como se ha descrito anteriormente, estas características de conducción pueden mantenerse incluso a lo largo de calzadas que incluyen giros muy inclinados, pendientes o descensos pronunciados, giros de radio pequeño y similares. Por ejemplo, los vehículos pueden programarse para circular por estas características de calzada de una manera que mantenga las características de conducción deseadas. De hecho, como se describe en el presente documento, los vehículos pueden incluir características tales como dirección en las cuatro ruedas y suspensión ajustable independientemente en las cuatro ruedas (incluyendo alturas de conducción ajustables, precargas, amortiguación, etc.) que pueden utilizarse para ayudar a mantener las características de conducción objetivo a lo largo de diversos tipos de características, formas y

configuraciones de calzada.

La FIG. 1 ilustra una sección de una calzada elevada 100 de ejemplo para vehículos 108 autónomos, de acuerdo con realizaciones descritas en el presente documento. La sección de calzada elevada que se muestra en la FIG. 1 está al lado y/o por encima de una carretera asfaltada convencional, que ilustra la calzada elevada desplegada en un entorno urbano o suburbano típico, aunque esto no pretende ser limitante. De hecho, la calzada elevada puede desplegarse en cualquier entorno o ubicación, incluyendo ubicaciones rurales, total o parcialmente dentro de edificios, lejos de carreteras, bajo tierra o similares. La calzada elevada 100 se muestra soportando una pluralidad de vehículos 108 de cuatro ruedas. Los vehículos 108 pueden ser vehículos autónomos o semiautónomos diseñados específicamente para usar en la calzada elevada 100. Un ejemplo de tipo de vehículo para usar en la calzada elevada 100 se describe con respecto a las FIGS. 12A-14B, aunque se pueden conducir otros tipos de vehículos a lo largo de la calzada elevada 100 en lugar de o además de los descritos en el presente documento.

La calzada elevada está soportada por una pluralidad de pilones 102 que se extienden verticalmente desde un anclaje al suelo; en algunas realizaciones, cada sección de la calzada elevada 100 puede fijarse a su propio pilón 102, mientras que, en otras realizaciones, cada sección de la calzada elevada 100 puede fijarse a múltiples pilones. Los pilones 102 pueden estar separados por cualquier distancia adecuada. En algunos casos, los pilones 102 están separados aproximadamente 30 metros (100 pies) (definiendo así tramos de calzada de aproximadamente 30 metros (100 pies)). El espaciado de los pilones 102 puede definirse o ser consistente con las dimensiones de las secciones de carretera de longitud estandarizada que se utilizan para formar la calzada elevada 100. Por ejemplo, las secciones de carretera pueden tener una longitud estandarizada de aproximadamente 10 metros (33 pies) para permitir que las secciones (o al menos las viguetas de las secciones de carretera) sean al menos parcialmente prefabricadas (de forma remota) y enviadas al sitio de construcción en contenedores para transporte terrestre-marítimo-aéreo, o de aproximadamente 15 metros (50 pies) para permitir que se envíen en camiones articulados. En consecuencia, la distancia de 30 metros (100 pies) entre viguetas permite que los tramos de calzada estén formados por tres secciones de carretera de 10 metros (33 pies) o dos secciones de carretera de 15 metros (50 pies). La estandarización del espaciado de los pilones y la longitud de las viguetas simplifica el diseño y la logística de la construcción, ya que el espaciado de los pilones se puede estandarizar incluso en regiones con diferentes restricciones de envío.

La distancia entre los pilones 102 puede ser generalmente uniforme a lo largo de la longitud de una calzada elevada 100. Por ejemplo, todos o la mayoría de los pilones 102 pueden estar separados aproximadamente 30 metros (100 pies) entre sí. El espaciado uniforme puede ayudar a simplificar el diseño y la construcción de la calzada elevada 100. No obstante, en algunos casos, puede ser necesario o beneficioso tener un espaciado diferente entre los pilones, por ejemplo, en las curvas o giros de la calzada, o para acomodar edificios, obstáculos u otras características a lo largo del recorrido de la calzada elevada 100. En algunos casos, cuando la distancia entre pilones no es de 30 metros (100 pies), la distancia puede ser de 10 metros (33 pies) o 15 metros (50 pies) (o cualquier combinación aditiva de estas distancias) para poder utilizar las secciones de carretera estandarizadas. En otros casos, se pueden proporcionar secciones de carretera personalizadas que tengan otras longitudes para adaptarse a cualquier distancia adecuada entre los pilones 102.

Cada pilón 102 puede incluir una ménsula 104 que está asegurada al pilón 102 y soporta una o más secciones de carretera 106 en voladizo. La disposición en voladizo elevada de las secciones de carretera 106 puede proporcionar varias ventajas en comparación con otros tipos de tramos de carretera o puentes elevados. Por ejemplo, dado que las secciones de carretera 106 solo necesitan apoyarse a lo largo de un lado, los pilones 102 pueden colocarse a lo largo de cualquier lado de las secciones de carretera 106 que sea más ventajoso en función de las restricciones de construcción, consideraciones de espacio o similares. Además, dado que las secciones de carretera 106 están en voladizo desde los pilones 102, la anchura total de las secciones de carretera 106 puede definir un camino cubierto sin obstáculos que puede utilizarse para aceras cubiertas, carreteras y similares. Por el contrario, en las calzadas que están directamente encima de sus pilones (p. ej., centradas sobre los pilones), la trayectoria definida bajo la calzada se ve interrumpida inconvenientemente por los pilones. De manera adicional, dado que las secciones de carretera 106 pueden estar en voladizo desde los pilones 102, pueden soportarse múltiples secciones de carretera 106 en un único pilón 102. Por ejemplo, como se describe con mayor detalle con respecto a las FIGS. 9A-9D, múltiples secciones de carretera 106 pueden estar fácilmente soportadas por un único pilón 102. Tales configuraciones podrían no ser posibles si cada sección de carretera necesitara colocarse encima y/o centrada sobre un pilón.

La FIG. 2 ilustra una sección de carretera 106 de ejemplo de la calzada elevada 100. La sección de carretera 106 puede incluir una estructura 202 de vigueta, un elemento 204 de carretera por encima de la estructura 202 de vigueta y soportado por la estructura 202 de vigueta, y barreras laterales primera y segunda 206, 208 a lo largo de los lados primero y segundo del elemento 204 de carretera. La sección de carretera 106 mostrada en la FIG. 2 puede ser una estructura estandarizada, de modo que muchas instancias idénticas o similares de la sección de carretera 106 pueden unirse y soportarse mediante pilones para producir la calzada elevada que se muestra en la FIG. 1.

El elemento 204 de carretera puede adaptarse para recibir y/o soportar un vehículo de calzada de cuatro ruedas, como los vehículos 108 (FIG. 1), 1200 (FIGS. 12A-13B) y 1400, 1420 (FIGS. 14A-14B) descritos en el presente documento. Un "vehículo de calzada de cuatro ruedas" puede referirse a un vehículo de ruedas que puede desplazarse por su propia fuerza y maniobrar libremente a lo largo de la calzada (p. ej., sin carriles, rieles u otro mecanismo de guía

basado en el contacto físico). El elemento 204 de carretera también puede adaptarse para recibir y/o soportar otros tipos de vehículos, incluyendo vehículos con otro número de ruedas (p. ej., una rueda, dos ruedas, tres ruedas o más de cuatro ruedas), vehículos de construcción, vehículos de calzada de cuatro ruedas que están adaptados para un uso sin pasajeros (p. ej., para transportar mercancías u otras cargas útiles), vehículos de emergencia (p. ej., coches de policía autónomos u operados por humanos, ambulancias, camiones de bomberos, etc.) o similares.

El elemento 204 de carretera puede estar hecho de o incluir hormigón o cualquier otro material de pavimentación adecuado (p. ej., asfalto, carretera bituminosa). Asimismo, el elemento 204 de carretera puede carecer de rieles u otras guías mecánicas que dirijan o guíen físicamente los vehículos. En consecuencia, el elemento 204 de carretera puede definir una superficie sustancialmente plana o sin rasgos distintivos que permita que los vehículos conduzcan y se desplacen libremente a lo largo de la calzada. El elemento 204 de carretera puede tener cualquier dimensión adecuada para acomodar los vehículos para los que está diseñado el sistema de transporte. Por ejemplo, el elemento 204 de carretera puede tener una dimensión de longitud 211 que corresponde y/o se basa en la longitud de las secciones de viguetas (que puede estandarizarse a 15 metros (50 pies) o 10 metros (33 pies), como se ha descrito anteriormente, o puede tener cualquier otra longitud adecuada). El elemento 204 de carretera también puede tener una dimensión de anchura 210 de 330 cm (130 pulgadas) (o cualquier otra anchura adecuada). La dimensión de anchura 210 puede configurarse para permitir que dos vehículos circulen uno al lado del otro o se rebasen entre sí en la calzada. Por ejemplo, la dimensión de anchura 210 puede ser al menos el doble de la anchura de los vehículos, más un margen de seguridad adicional (p. ej., dejando 30 cm (12 pulgadas) entre los vehículos y entre los vehículos y las barreras laterales). El elemento 204 de carretera también puede incluir sistemas y/o componentes integrados en o unidos de otro modo al elemento 204 de carretera para ayudar en la navegación del vehículo a lo largo de la calzada. Por ejemplo, marcadores que sean visibles y/o detectables electrónicamente por los vehículos pueden incrustarse en y/o unirse al elemento 204 de carretera. Dichos marcadores pueden ayudar al vehículo a conducir a lo largo de una trayectoria deseada, informar al vehículo de dónde se encuentra en el elemento 204 de carretera (y dónde se encuentra a lo largo de la calzada en general), permitir que el vehículo determine la velocidad y/u otros parámetros de movimiento, o similares. En algunos casos, los marcadores son imanes o materiales magnéticos (p. ej., acero, hierro) que están incrustados en el material del elemento 204 de carretera.

Las barreras laterales 206, 208 pueden estar hechas de o incluir hormigón, y pueden estar conformadas integralmente con el elemento 204 de carretera. Por ejemplo, las barreras laterales 206, 208 y el elemento 204 de carretera pueden definir al menos parte de una estructura de carretera monolítica que se conforma vertiendo o moldeando hormigón en uno o más encofrados metálicos. Soportes de carretera (p. ej., los soportes 405, 415 de carretera, las FIGS. 4A-4B) también pueden formar parte de la estructura de carretera monolítica que también forma el elemento 204 de carretera y las barreras laterales 206, 208. El elemento 204 de carretera, las barreras laterales 206, 208 y los soportes de carretera pueden incluir materiales de refuerzo incrustados o unidos al hormigón, como barras de refuerzo, correas (p. ej., correas metálicas), barras, vigas, ménsulas o similares. Como se utiliza en el presente documento, "barra de refuerzo" puede referirse a barras de refuerzo de acero que pueden estar al menos parcialmente incrustadas o unidas a un material de matriz (tal como hormigón) para proporcionar un refuerzo estructural al material de matriz. Las barreras laterales 206, 208 pueden tener una altura 212 por encima del elemento 204 de carretera. La altura 212 puede seleccionarse al menos en parte basándose en el tamaño y la configuración de los vehículos que circularán por la calzada.

Debido a que las barreras laterales 206, 208 son integrales con el elemento 204 de carretera, las secciones de carretera pueden definir una estructura continua similar a un canal que impide o limita que el agua, los escombros u otros objetos caigan desde la calzada elevada al suelo u otros objetos subyacentes. Para ayudar a eliminar el agua de lluvia o la nieve derretida (u otra precipitación) del elemento 204 de carretera, las secciones de carretera pueden incluir aberturas 222 en el elemento 204 de carretera (que puede estar cubierto por rejillas) que se comunican con uno o más conductos 224 por debajo del elemento 204 de carretera. Los conductos 224 pueden extenderse paralelos a las viguetas que soportan el elemento 204 de carretera y pueden transportar agua desde el elemento 204 de carretera hasta una salida de agua de la calzada. Las salidas de agua pueden estar integradas en los pilones y pueden estar por encima, en o por debajo del nivel del suelo. Por ejemplo, las salidas de agua pueden drenar a jardineras de detención de agua que están integradas en manguitos de refuerzo alrededor de la base de los pilones (p. ej., por encima del nivel), en humedales de biofiltración o en cuencas a nivel, o directamente en un sistema de aguas pluviales (p. ej., un sistema de aguas pluviales municipal) por debajo del nivel.

Los conductos 224 también pueden actuar como depósitos de agua en caso de salidas obstruidas o bloqueadas o desbordamiento del desagüe pluvial. En consecuencia, los conductos 224 pueden configurarse para tener un volumen interno particular que cumpla o supere cualquier normativa, estándar y/o mejores prácticas de ingeniería aplicables a la retención de aguas pluviales. En algunos casos, la calzada puede incluir otros depósitos para complementar el volumen de los propios conductos 224. En el presente documento se describen detalles adicionales de las salidas de agua con respecto a la FIG. 6.

La sección de carretera 106 también puede incluir una valla 216 que se extiende por encima (y opcionalmente se extiende desde una superficie superior de) las barreras laterales 206, 208. La valla 216 puede incluir postes 218 de valla que soportan uno o más cables 220 suficientes para cumplir con los códigos de construcción y requisitos de seguridad vigentes. Los postes 218 de valla pueden fijarse a las barreras laterales 206, 208 para proporcionar un

soporte estructural para la valla 216. Por ejemplo, los postes 218 de valla pueden estar al menos parcialmente incrustados en el hormigón de las barreras laterales 206, 208 (y, por lo tanto, incrustados en o parte de la estructura de carretera monolítica), atornillados a las barreras laterales 206, 208 o asegurados de otra manera a las barreras laterales 206, 208. La valla 216 puede tener suficiente tamaño y resistencia para detener un vehículo con carga máxima que viaja a una velocidad objetivo (p. ej., una velocidad máxima planificada del vehículo, con un margen adicional adecuado). En consecuencia, en el improbable caso de colisión entre un vehículo y las barreras laterales 206, 208 y la valla 216, el vehículo puede ser contenido con seguridad en la calzada.

La valla 216 también puede ser ajustable a diferentes alturas por encima de las barreras laterales 206, 208. El ajuste de la altura de la valla puede facilitar o permitir varias funciones. Por ejemplo, la valla 216 puede colocarse a diferentes alturas a lo largo de diferentes segmentos de la calzada, por ejemplo, más alta en el exterior de una curva o en entornos en los que sea necesaria o deseable una altura adicional de la valla. Como otro ejemplo, la valla 216 puede usarse para la seguridad de los trabajadores durante la construcción y/o el mantenimiento de la calzada elevada. El vallado para la seguridad de los trabajadores puede tener requisitos diferentes a los del vallado para la seguridad vial. En consecuencia, el vallado ajustable permite colocar la valla a un primer nivel durante la construcción y puesta en marcha de la calzada (p. ej., cuando los trabajadores se encuentren en el elemento de carretera), y a un segundo nivel (que puede ser más bajo que el primer nivel) cuando la calzada se utiliza para la circulación de los vehículos. La valla 216, incluidos los postes 218 de valla, los cables 220 o ambos) también puede diseñarse de modo que pueda utilizarse como punto de amarre para arneses de seguridad. Más particularmente, la valla 216 puede tener suficientes clasificaciones de resistencia para cumplir o superar las normas de seguridad de protección contra caídas (p. ej., que pueden ser aplicables durante la construcción y/o el mantenimiento de la calzada elevada).

La calzada también puede incluir uno o más conductos adicionales 226 para guiar o transportar otros materiales, tal como cableado, a lo largo de la calzada. Los cables de los conductos adicionales 226 pueden proporcionar energía y/o comunicaciones a dispositivos a lo largo de la calzada. Tales dispositivos pueden incluir, sin limitación, iluminación, sensores (p. ej., para detectar los vehículos, el tráfico, el clima o las condiciones ambientales), equipo de comunicaciones o cualquier otro tipo de equipo electrónico. Aunque se muestra un conducto adicional 226, puede haber cualquier número de conductos adicionales soportados por la calzada. Los conductos adicionales también pueden no estar relacionados con la función de la calzada o del sistema de transporte. Por ejemplo, los servicios públicos de electricidad, agua, telecomunicaciones, gas natural u otros pueden guiarse en conductos adicionales que están soportados por la calzada.

Como se ha mencionado anteriormente, el elemento 204 de carretera puede estar encima de y soportado por una estructura 202 de vigueta. La estructura 202 de vigueta puede incluir múltiples viguetas 228 paralelas (p. ej., cuatro viguetas 228 paralelas). Las viguetas 228 pueden estar conformadas por cualquier material elástico, tal como acero, y pueden tener cualquier forma y/o configuración adecuada. Las viguetas 228 paralelas pueden estar conectadas entre sí a través de cables, brazos de soporte u otras estructuras interviguetas. Las viguetas 228 paralelas también pueden estar conformadas por o incluir múltiples subsecciones de vigueta unidas de extremo a extremo para definir una única vigueta. Por tanto, por ejemplo, cada una de las cuatro viguetas 228 paralelas puede estar conformada por o incluir una, dos, tres, cuatro o más subsecciones de vigueta. Las viguetas 228 paralelas conectadas pueden constituir la estructura de vigueta de una de las secciones de carretera 106. Como se describe en el presente documento, las estructuras de vigueta de las secciones de carretera pueden acoplarse entre sí de extremo a extremo para definir una calzada continua. Esto puede incluir acoplar los extremos libres de las viguetas de una sección de carretera a los extremos libres de las viguetas de otra sección de carretera.

La sección de carretera 106 también puede incluir secciones de pared 230 que pueden cubrir las estructuras 202 de vigueta. Las secciones de pared 230 pueden ser portantes o no portantes de carga, y pueden impedir o limitar el acceso de objetos, animales e individuos a las estructuras internas de la calzada. Las secciones de pared 230 pueden ser extraíbles y/o móviles, sin embargo, para permitir el acceso a las estructuras de vigueta, conductos u otras estructuras internas o componentes con fines de construcción, mantenimiento u otros. Las secciones de pared 230 pueden conformarse a partir de o incluir cualquier material adecuado, incluyendo, aunque no de forma limitativa, metales, plástico, polímeros reforzados, madera, vidrio o similares.

La FIG. 3 es una vista despiezada de la sección de carretera 106 de la FIG. 2. La vista despiezada ilustra las viguetas 228 paralelas que conforman la estructura 202 de vigueta, así como la estructura de carretera monolítica (que incluye el elemento 204 de carretera y las barreras laterales 206, 208) que está soportada por la estructura 202 de vigueta y las secciones de pared 230. Como se muestra, las viguetas 228 paralelas se asemejan a vigas de cuerdas paralelas (p. ej., las vigas Warren), aunque se puede usar cualquier otro diseño de vigueta o entramado adecuado. Como se describe en el presente documento, el elemento 204 de carretera y las barreras laterales 206, 208 pueden conformarse en el lugar después de construir, elevar y acoplar la estructura 202 de vigueta a los pilones.

Las FIGS. 4A-4B ilustran secciones transversales parciales de dos ejemplos de secciones de carretera 400, 410, respectivamente. Las FIGS. 4A y 4B ilustran cómo se pueden conformar varios elementos de carretera de forma diferente en la parte superior de la misma estructura de vigueta.

La FIG. 4A ilustra un ejemplo de una sección de carretera 400 que define una superficie de desgaste recta y nivelada.

La sección de carretera 400 puede incluir una estructura de carretera monolítica 404 (que define un elemento de carretera, paredes laterales y una valla, como se ha descrito anteriormente) que se forma en la parte superior y está soportada por una estructura 406 de vigueta. La estructura 406 de vigueta puede incluir múltiples viguetas 407 paralelas, así como los elementos interviguetas 408. La estructura de carretera monolítica 404 puede conformarse uniéndose encofrados (p. ej., moldes de metal) a la estructura 406 de vigueta, donde los encofrados definen parte o toda la forma de la estructura de carretera monolítica 404. Una vez que los encofrados están en su lugar, los materiales de refuerzo (p. ej., barra de refuerzo, malla de fibra de acero, etc.) se pueden colocar en y/o por encima de los encofrados, y se puede verter hormigón en los encofrados para encapsular los materiales de refuerzo y, en última instancia, conformar la estructura de carretera monolítica 404. En algunos casos, los materiales de refuerzo, tales como las fibras de refuerzo, pueden mezclarse o incorporarse de otro modo en el hormigón antes de que el hormigón se vierta o se deposite de otro modo para conformar la estructura de carretera monolítica 404. El hormigón puede ser un hormigón de alta resistencia con una resistencia a la compresión en un intervalo de aproximadamente 28-69 MPa (4-10 ksi), en algunos casos, aproximadamente 41 MPa (6 ksi). Los encofrados pueden permanecer en su lugar para añadir resistencia estructural y/o soporte adicional a la estructura de carretera monolítica 404. En otros casos, los encofrados pueden retirarse una vez que el hormigón se haya endurecido.

La estructura de carretera monolítica 404 puede definir un elemento 401 de carretera, paredes laterales 403 y soportes 405 de carretera. Los soportes 405 de carretera pueden ser parte de la estructura de carretera monolítica (p. ej., integral con el elemento 401 de carretera y las paredes laterales 403), y puede transferir carga desde el elemento 401 de carretera a la estructura 406 de vigueta. Las formas y tamaños de los soportes 405 de carretera en cualquier sección de carretera dada pueden seleccionarse para dar como resultado una actitud deseada de la superficie de desgaste. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4A, hay cuatro soportes 405 de carretera, cada uno colocado encima de o soportado de otra manera por una vigueta respectiva. Los soportes 405 de carretera tienen todos la misma altura, dando como resultado que la superficie de desgaste del elemento 401 de carretera sea paralela a un plano superior horizontal definido por la estructura 406 de vigueta (p. ej., el elemento 401 de carretera define una superficie recta y nivelada). La FIG. 4B ilustra otra configuración de soportes de carretera que soportan un elemento 411 de carretera en una orientación no paralela con respecto a un plano superior horizontal definido por la estructura 416 de vigueta (p. ej., el elemento 411 de carretera está inclinado o peraltado).

La FIG. 4B ilustra un ejemplo de una sección de carretera 410 que define un elemento de carretera peraltado. Similar a la sección de carretera 400 en la FIG. 4A, la sección de carretera 410 puede incluir una estructura de carretera monolítica 414 (que define un elemento de carretera, paredes laterales y una valla, como se ha descrito anteriormente) que se forma en la parte superior y está soportada por una estructura 416 de vigueta. La estructura 416 de vigueta puede incluir múltiples viguetas 417 paralelas, así como los elementos 418 entre viguetas. La estructura de carretera monolítica 414 puede conformarse uniéndose encofrados (p. ej., moldes de metal) a la estructura 416 de vigueta y conformar la estructura de carretera monolítica 414 en los encofrados que usan hormigón y materiales de refuerzo, como se ha descrito anteriormente.

La estructura de carretera monolítica 414 puede definir un elemento 411 de carretera, paredes laterales 413 y soportes de carretera 415. Mientras que la estructura de carretera monolítica 404 definía una superficie de desgaste horizontal, el elemento 411 de carretera puede estar inclinado para definir una superficie de desgaste inclinada o peraltada. El elemento 411 de carretera inclinado puede definir una porción de una sección de giro peraltada de la calzada. Para producir el elemento 411 de carretera inclinado, los soportes 415 de carretera pueden tener diferentes alturas para producir el ángulo de superficie de desgaste deseado. De esta forma, las mismas estructuras de vigueta se pueden usar para soportar numerosas configuraciones, orientaciones y/o actitudes diferentes de elementos de carretera. Más particularmente, las mismas estructuras de vigueta se pueden usar para formar secciones de carretera rectas y niveladas, así como taludes, curvas, colinas u otros perfiles de carretera. De esta forma, las estructuras de vigueta pueden ser altamente modulares, de modo que se pueden producir perfiles de carretera complejos conformando múltiples estructuras de carretera monolíticas de diferentes formas sobre estructuras de vigueta uniformes estandarizadas.

Los soportes 415 de carretera (y los soportes 405 de carretera, de la FIG. 4A) pueden ser continuos a lo largo de la longitud de las estructuras de carretera monolíticas (p. ej., continua en la página) y, por lo tanto, puede parecerse a estructuras alargadas en forma de viga. En otros ejemplos, los soportes de carretera se asemejan a pilares, y una serie de pilares se extiende a lo largo y está soportada por cada estructura de vigueta para soportar el elemento de carretera.

Las secciones de carretera 400, 410 pueden tener ambas sustancialmente la misma anchura. Por ejemplo, las dimensiones de anchura 402 (FIG. 4A) y 412 (FIG. 4B) pueden ser las mismas. Debido a que las estructuras de carretera monolíticas se pueden moldear en muchas formas y configuraciones diferentes, la posición de las estructuras de carretera monolíticas con respecto a las estructuras de vigueta no tiene por qué ser uniforme. Por ejemplo, en la FIG. 4A, la estructura de carretera monolítica 404 está centrada por encima de la estructura 406 de vigueta. Por el contrario, en la FIG. 4B, la estructura de carretera monolítica 414 está descentrada por encima de la estructura 416 de vigueta. Más particularmente, la estructura de carretera monolítica 414 define un primer voladizo 420 que es mayor que un segundo voladizo 422 en el lado opuesto de la calzada. Al permitir que las estructuras de vigueta estén descentradas de las estructuras de carretera monolíticas, se consigue una mayor flexibilidad en el diseño, ya que se

puede proporcionar una gama más amplia de perfiles, giros, taludes u otras formas o características de carretera utilizando una estructura de vigueta uniforme modular (p. ej., sin tener que modificar o personalizar la estructura de vigueta para cada tramo de carretera).

5 La FIG. 5 ilustra una sección de carretera 502 en voladizo soportada en una posición elevada por un pilón 500 que se extiende verticalmente desde un anclaje de suelo 510. La FIG. 5 ilustra, además, la configuración en voladizo de las secciones de carretera, demostrando cómo las secciones de carretera solo necesitan ser soportadas a lo largo de un lado, y cómo las secciones de carretera no necesitan ser soportadas directamente desde abajo (p. ej., centrado por debajo) de las secciones de carretera.

10 La sección de carretera 502 puede acoplarse al pilón 500 mediante una ménsula 512 o cualquier otro conector adecuado. Por ejemplo, y como se describe en el presente documento, la ménsula 512 puede incluir una placa de montaje 516 que está asegurada al pilón 500 mediante anclajes 514. Los anclajes 514 pueden ser varillas, pernos, protuberancias o cualquier otro mecanismo adecuado mediante el cual se pueda unir una ménsula 512 al pilón 500.

15 El pilón 500 puede asegurarse a un anclaje de suelo 510 (o, en algunas realizaciones, el anclaje de suelo puede ser parte del pilón). El anclaje de suelo 510 puede estar conformado por o incluir hormigón armado que se forma en el lugar o se coloca de otra manera por debajo del nivel del suelo 508. Se puede conformar un manguito de refuerzo 506 alrededor de la base del pilón 500. El manguito de refuerzo 506 puede conformarse a partir de o incluir un manguito o camisa de metal (p. ej., acero) que rodea una base del pilón 500. En algunos casos, el manguito de refuerzo 506 está conformado a partir de o incluye hormigón. En algunos casos, el manguito de refuerzo 506 incluye un manguito metálico con hormigón conformado dentro del manguito metálico y alrededor de la base del pilón. También son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, el manguito de refuerzo 506 puede incluir varios tipos de materiales absorbentes de energía entre un elemento de manguito exterior (p. ej., un tubo metálico) y el pilón 500. Tales materiales incluyen, entre otros, espuma, estructuras metálicas de absorción de energía, líquido (p. ej., agua) o similares.

20 Los manguitos de refuerzo 506 pueden ser al menos parcialmente huecos o definir de otro modo volúmenes o cámaras internos. Los volúmenes internos de los manguitos de refuerzo 506 pueden usarse para fines de retención de agua. Por ejemplo, los conductos de agua que transportan el agua lejos de una superficie de carretera pueden extenderse a través del pilón 500 y salir hacia o a través de los volúmenes internos de los manguitos de refuerzo 506. En consecuencia, si la cantidad de agua que debe eliminarse de una superficie de carretera supera las capacidades de la salida de agua (p. ej., si el caudal volumétrico del agua en la superficie de la carretera supera la capacidad de caudal volumétrico de la salida de agua), el agua puede acumularse temporalmente en los volúmenes internos y drenarse a su debido tiempo.

30 El manguito de refuerzo 506 puede configurarse para ayudar a impedir o mitigar el daño al pilón 500 en caso de impacto. Por ejemplo, los pilones 500 pueden situarse a lo largo o cerca de una carretera asfaltada convencional, donde los vehículos pueden colisionar con los pilones en caso de accidente. En consecuencia, el manguito de refuerzo 506 puede ayudar a absorber y/o disipar la energía de los vehículos y minimizar o eliminar el daño estructural a los pilones 500.

45 La FIG. 6 ilustra detalles adicionales del pilón 500 y, en particular, cómo los conductos pueden estar al menos parcialmente incrustados en el pilón 500 para transportar agua, cables, tuberías u otros objetos entre una superficie de carretera y el suelo. El pilón 500 incluye un primer conducto 602 y un segundo conducto 604 (aunque esto es meramente ilustrativo, y el pilón 500 puede incluir más, menos o diferentes conductos). El primer conducto 602 puede definir una entrada 606 próxima a la parte superior del pilón 500, y una salida 618 próxima a la parte inferior del pilón 500. El segundo conducto 604 incluye de manera similar una entrada 608 próxima a la parte superior del pilón 500 y una o más salidas 610, 612 próximas a la parte inferior del pilón 500.

50 El segundo conducto 604 puede configurarse para recibir agua de una sección de carretera (p. ej., a través de un conducto de agua 224, FIG. 2), llevar el agua hacia abajo a través del pilón 500 y expulsar el agua fuera del segundo conducto 604. En algunos casos, el segundo conducto 604 puede expulsar el agua desde la salida 610 directamente a una carretera, canalón u otra superficie de suelo expuesta. En implementaciones en las que el manguito de refuerzo 506 incluye o define depósitos internos, el segundo conducto 604 puede expulsar agua desde la salida 610 hacia esos depósitos.

60 En lugar de o además de expulsar agua por encima del nivel del suelo (p. ej., desde la salida 610), el segundo conducto 604 puede expulsar agua por debajo del nivel del suelo. Por ejemplo, la FIG. 6 muestra la salida 612 acoplada a un canal subterráneo, tal como una alcantarilla pluvial 614. La alcantarilla pluvial 614 puede transportar agua expulsada desde el segundo conducto 604 a una instalación de tratamiento u otra infraestructura de recepción de agua. La alcantarilla pluvial 614 puede ser proporcionada por un municipio o empresa de servicios públicos y puede recibir agua de otras calles, carreteras, edificios y similares. En otras realizaciones, un campo de drenaje puede aceptar agua de uno o más conductos de uno o más pilones.

65 El primer conducto 602 puede estar configurado para alojar uno o más cables que se extienden desde la calzada

elevada hasta el nivel del suelo. Por ejemplo, el primer conducto 602 puede alojar cables para iluminación, sensores (p. ej., para detectar los vehículos, el tráfico, el clima o las condiciones ambientales), equipo de comunicaciones o cualquier otro tipo de equipo electrónico. El primer conducto 602 también puede alojar otros artículos tales como tuberías para gas natural, agua o similares. Los cables y/o tuberías pueden extenderse hacia un canal subterráneo 616. El canal subterráneo 616 puede extenderse por cualquier distancia adecuada y puede unirse con otros canales subterráneos para facilitar el guiado de los cables y/o tuberías a otras ubicaciones, tales como paneles de control, edificios, otros pilones, proveedores de servicios públicos, proveedores de telecomunicaciones o similares.

La FIG. 7 es una vista en sección transversal del pilón 500, vista a lo largo de la línea A-A de la FIG. 6. El pilón 500 puede incluir un tubo metálico 700 que define una cavidad central. La cavidad puede rellenarse con hormigón para producir una columna de hormigón 702 que proporcione resistencia y durabilidad adicionales al pilón 500. Tanto el tubo metálico 700 como la columna de hormigón 702 por sí solos pueden proporcionar suficiente resistencia para soportar completamente el peso de la calzada en voladizo. Esto puede proporcionar varios beneficios. Por ejemplo, los tubos metálicos 700 de los pilones 500 pueden instalarse y la calzada puede erigirse antes de que los tubos metálicos 700 se rellenen de hormigón. Esto puede facilitar un despliegue más rápido y rentable de la calzada elevada, ya que las secciones de carretera pueden acoplarse a los pilones tan pronto como se erigen los tubos metálicos 700. Además, la calzada elevada puede hacerse plenamente operativa sin que los tubos metálicos 700 se rellenen de hormigón. De esta forma, la calzada elevada y el sistema de transporte global del que forma parte pueden probarse, validarse y utilizarse antes de que los pilones se rellenen de hormigón.

Como se ha mencionado anteriormente, el pilón 500 puede incluir conductos que se extienden a través del interior del pilón. La FIG. 7 ilustra los conductos primero y segundo 602, 604 embebidos en la columna de hormigón 702. La FIG. 7 también ilustra conductos 704 adicionales (que pueden ser iguales o similares a los conductos primero y segundo 602, 604). Los conductos que están embebidos en la columna de hormigón 702 pueden tener suficiente resistencia para resistir el aplastamiento o la deformación cuando el tubo metálico 700 se rellena de hormigón.

La columna de hormigón 702 también puede incluir elementos de refuerzo 706, tal como una barra de refuerzo o cualquier otro material o componente de refuerzo adecuado. En algunos casos, los elementos de refuerzo 706 se extienden entre la columna de hormigón 702 y el anclaje de suelo 510. Por ejemplo, los elementos de refuerzo 706 pueden estar parcialmente embebidos en el hormigón del anclaje de suelo 510 cuando se conforma el anclaje de suelo 510. Las porciones expuestas de los elementos de refuerzo 706 pueden extenderse dentro del tubo metálico 700 y, por lo tanto, pueden embeberse en la columna de hormigón 702 cuando el tubo metálico 700 se rellena con hormigón. Como se muestra, los elementos de refuerzo 706 se extienden verticalmente, pero puede usarse cualquier configuración adecuada de elementos de refuerzo, tal como una estructura en forma de celosía. En algunos casos, los elementos de refuerzo 706 están interconectados (p. ej., por otros elementos de refuerzo que se extienden entre los elementos de refuerzo 706).

Como se ha mencionado anteriormente, las secciones de carretera en voladizo pueden unirse a los pilones a través de ménsulas 512 que están aseguradas a los pilones. Las FIGS. 8A-8B representan el pilón 500 y la ménsula 512 fijada al pilón 500. La FIG. 8A muestra la ménsula 512 sin secciones de carretera unidas, mientras que la FIG. 8B es una vista del pilón 500 y la ménsula 512 vistos a lo largo de la línea B-B en la FIG. 8A. La FIG. 8B ilustra adicionalmente una configuración de fijación de ejemplo entre la ménsula 512 y las viguetas de una sección de carretera.

La ménsula 512 puede incluir la placa de montaje 516 y un elemento 800 de soporte de carretera en voladizo que se extiende desde la placa de montaje 516. La placa de montaje 516 está asegurada al pilón mediante anclajes 514. La placa de montaje 516 y el elemento 800 de soporte de carretera en voladizo pueden construirse de múltiples elementos metálicos acoplados entre sí (p. ej., mediante soldadura, fijaciones o similares). Como otro ejemplo, la placa de montaje 516 y el elemento 800 de soporte de carretera en voladizo pueden ser segmentos diferentes de una única estructura metálica monolítica. También se pueden usar otros materiales en lugar de o además del metal (p. ej., hormigón). Además, mientras que un ejemplo de configuración de la ménsula 512 se muestra en las FIGS. 8A-8B, también se contemplan otras formas y configuraciones generales. En algunos casos, la ménsula 512 puede incluir más, menos o diferentes características, estructuras, refuerzos, abrazaderas, puntos de montaje o similares.

El elemento 800 de soporte de carretera en voladizo puede soportar las viguetas de una o más secciones de carretera en voladizo. Por ejemplo, el elemento 800 de soporte de carretera en voladizo puede definir puntos de anclaje 802 a los que se aseguran las viguetas de las secciones de carretera. La FIG. 8B ilustra una vista superior en sección transversal parcial del pilón 500 y el elemento 800 de soporte de carretera en voladizo, que muestra cómo se pueden asegurar las viguetas 804 y 806 a los puntos de anclaje 802. Las viguetas 804, 806 pueden asegurarse a los puntos de anclaje 802 de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, las viguetas 804, 806 pueden asegurarse a los puntos de anclaje 802 mediante soldaduras, pernos, sujeciones, abrazaderas o cualquier otra técnica y/o estructura adecuada. Como otro ejemplo, en lugar de que los extremos de las viguetas 804, 806 estén en voladizo desde la cara del elemento 800 de soporte de carretera en voladizo, las viguetas 804, 806 pueden colocarse en la parte superior del elemento 800 de soporte de carretera en voladizo (y asegurarse mediante soldaduras, pernos, sujeciones, abrazaderas, etc.).

La FIG. 8B ilustra detalles adicionales de los anclajes 514 que aseguran la ménsula 512 al pilón 500. Como se muestra, los anclajes 514 se extienden a través del pilón 500. Cuando los pilones 500 incluyen una columna de hormigón dentro

- de un tubo metálico, como se describe en el presente documento, las porciones de los anclajes 514 que están dentro del pilón 500 pueden estar al menos parcialmente encapsuladas por la columna de hormigón. El acoplamiento estructural entre los anclajes 514 y el pilón 500 puede exhibir una redundancia estructural similar a la del propio pilón 500. Por ejemplo, tanto la conexión anclaje-tubo como la conexión anclaje-hormigón pueden bastar por sí solas para soportar completamente la ménsula 512 (y las secciones de carretera acopladas, incluso cuando están cargadas con vehículos). Esta redundancia es ventajosa para la fiabilidad y durabilidad de la calzada elevada, y también contribuye a la capacidad de organizar la instalación y puesta en marcha del sistema, asegurando que la calzada puede ser soportada de forma completa y segura incluso sin la columna de hormigón en los pilones 500.
- Las FIGS. 8A-8B ilustran una ménsula 512 unida al pilón 500. En algunos casos, se pueden unir ménsulas adicionales al pilón 500. Por ejemplo, se puede unir una ménsula adicional al lado del pilón 500 opuesto a la ménsula 512 y anclarse (en la ubicación 808) usando los anclajes 514. En los casos en los que se usa una ménsula adicional, cada ménsula puede acoplarse directamente a las viguetas de una sola sección de carretera (aunque las viguetas de las secciones de carretera pueden acoplarse entre las dos ménsulas).
- Las FIGS. 9A-9D representan varias configuraciones de ejemplo de secciones de carretera acopladas a pilones, que ilustra la flexibilidad y escalabilidad del diseño de calzada elevada descrito en el presente documento. La FIG. 9A muestra una única sección de carretera 902 en voladizo acoplada a un pilón 900. Como se ha descrito anteriormente, el diseño en voladizo permite que la sección de carretera 902 sobresalga libremente del suelo. Esto puede mejorar la flexibilidad de instalación, ya que los pilones no necesitan colocarse directamente debajo del centro de la calzada elevada. Además, esta configuración permite que toda la anchura de la calzada actúe como un toldo sobre un camino sin obstrucciones. Por el contrario, los pilones a lo largo del centro de la calzada (p. ej., directamente en el medio) interrumpirían la trayectoria debajo de la calzada y limitarían su funcionalidad a toldo para aceras, carreteras, carriles bici, parques, derechos de paso o similares. Además, el diseño en voladizo permite colocar pilones a lo largo de un solo lado de la calzada. Por ejemplo, una calzada puede definir una dirección de desplazamiento vehicular (en la página de la FIG. 9A, por ejemplo), y a lo largo de al menos una porción de la calzada, todos los pilones pueden colocarse a lo largo del lado de las secciones de carretera. En algunos casos, diferentes porciones de la calzada tienen pilones a lo largo de diferentes lados. Por ejemplo, alguna porción de la calzada mostrada en la FIG. 9A puede tener pilones colocados a lo largo de un lado derecho de la sección de carretera 902.
- La FIG. 9B muestra una configuración apilada en la que una primera sección de carretera 904 en voladizo está acoplada al pilón 900 verticalmente por encima de una segunda sección de carretera 906 en voladizo. La FIG. 9C muestra una configuración en voladizo doble en la que una primera sección de carretera 908 en voladizo se coloca en un primer lado del pilón 900 y una segunda sección de carretera 910 en voladizo se coloca en un lado opuesto del pilón 900. La FIG. 9D muestra una configuración de doble voladizo apilada en la que las secciones de carretera primera y segunda 912, 914 en voladizo se colocan en un mismo lado del pilón 900 (con la primera sección 912 colocada verticalmente por encima de la segunda sección 914), y las secciones de carretera tercera y cuarta 916, 918 en voladizo se colocan en un lado opuesto del pilón 900 (con la tercera sección 916 colocada verticalmente por encima de la cuarta sección 918).
- Mientras que las secciones de carretera en voladizo en las FIGS. 9A-9D se muestran todos como paralelos (p. ej., definiendo calzadas elevadas paralelas), se pueden acoplar múltiples secciones de carretera en voladizo a un único pilón en una disposición no paralela. Por ejemplo, un pilón en una intersección de noventa grados de dos calzadas elevadas puede soportar múltiples secciones de carretera. En algunos casos, múltiples secciones de carretera pueden definir una intersección a un solo nivel donde se unen dos carreteras elevadas, o una intersección de tipo paso elevado donde una calzada está por encima de otra calzada no paralela. En cualquiera de los casos, los pilones pueden soportar una o múltiples secciones de carretera usando las estructuras y técnicas mostradas y descritas en el presente documento.
- Las FIGS. 10A-10F representan un proceso de ejemplo para ensamblar una calzada elevada como se describe en el presente documento. Este es simplemente un proceso de ejemplo, y el proceso de ensamblaje de la calzada puede incluir más o diferentes operaciones, y/o las operaciones pueden realizarse en un orden diferente al representado en las FIGS. 10A-10F.
- En la operación 1000 (FIG. 10A), se forma un anclaje de suelo 1011 en el suelo. El anclaje de suelo 1011 puede estar formado de hormigón armado o cualquier otro material adecuado. También se pueden construir otras características subterráneas en esta operación, incluyendo, aunque no de forma limitativa, bóvedas o cámaras de servicios públicos de desagües pluviales, depósitos subterráneos de agua, etc. Pueden formarse conductos en el anclaje de suelo 1011 para comunicarse con conductos en un pilón.
- En la operación 1002 (FIG. 10B), un pilón 1012 o, más particularmente, un tubo metálico de un pilón, se une al anclaje de suelo 1011. El tubo metálico del pilón 1012 puede atornillarse o sujetarse de otra manera al anclaje de suelo 1011. Pueden colocarse elementos de refuerzo (p. ej., barra de refuerzo) dentro del interior hueco del tubo metálico. De manera adicional, los elementos de refuerzo pueden extenderse fuera de la parte superior del anclaje de suelo 1011 y pueden colocarse en el interior hueco del tubo metálico, de modo que los elementos de refuerzo se encapsularán en una columna de hormigón que se conforma dentro del tubo metálico.

En la operación 1004 (FIG. 10C), el tubo metálico del pilón 1012 se rellena de hormigón (indicado por la flecha 1014). El hormigón puede bombearse al interior del tubo metálico desde una entrada situada cerca de la parte inferior del tubo metálico. Como alternativa o adicionalmente, el hormigón puede verterse desde una entrada próxima a la parte superior del tubo metálico. En algunos casos, el tubo de metal define una parte superior abierta de modo que el hormigón se pueda verter directamente desde la abertura superior. Después de que el tubo de metal se rellene de hormigón, cualquier abertura puede sellarse (p. ej., soldando o asegurando de otra manera las tapas en las entradas y/o aberturas) para proteger la columna de hormigón. En algunos casos, la operación 1004 puede retrasarse hasta después de que las secciones de carretera se eleven y se unan a los pilones, e incluso hasta después de que el sistema de carretera elevado esté completamente operativo.

Las operaciones 1000-1004 ilustran la formación de un único anclaje de suelo 1011 y pilón 1012, aunque se pueden formar otros anclajes de suelo y pilones al mismo tiempo o en serie. Como se muestra en la operación 1008, se pueden erigir múltiples anclajes de suelo 1011 y pilones 1012 antes de que se levante un tramo de carretera y se asegure a los pilones 1012.

En la operación 1008 (FIG. 10D), se pueden construir y unir múltiples estructuras 1016 de vigueta para formar un tramo 1018 de viguetas (mostrado en la FIG. 10E). Esto puede incluir, por ejemplo, ensamblar estructuras de vigueta a partir de múltiples viguetas y asegurar múltiples estructuras de vigueta juntas en una configuración de extremo a extremo. Se puede determinar el número de estructuras de vigueta requeridas, al menos en parte, basándose en las restricciones de envío de la zona donde se está construyendo la calzada. Por ejemplo, para un tramo de calzada de 30 metros (100 pies) en una región donde es factible enviar viguetas prefabricadas de 15 metros (50 pies), el tramo de calzada puede incluir dos estructuras de vigueta. Cuando sea más factible enviar viguetas prefabricadas de 10 metros (33 pies), el tramo de calzada puede incluir tres estructuras de vigueta. Para tramos de calzada más cortos, se pueden usar menos estructuras de vigueta. Como se ha mencionado anteriormente, las estructuras de vigueta para la calzada elevada pueden estandarizarse en gran medida de modo que se puedan usar estructuras de vigueta idénticas (y viguetas y otros componentes de la estructura de vigueta) para numerosas secciones de carretera de la calzada elevada, simplificando así la construcción y aumentando la velocidad de construcción de la calzada.

La FIG. 11 ilustra cómo se pueden construir y conectar entre sí múltiples estructuras 1016 de vigueta para formar una estructura de vigueta integrada más grande para el tramo 1018 de vigueta. Como se muestra en la FIG. 11, se han construido dos estructuras 1016-1 y 1016-2 de vigueta a partir de una pluralidad de viguetas 1100 (cuatro, como se muestra) y estructuras interviguetas 1102. Las estructuras interviguetas 1102 pueden incluir cables, vigas, montantes, barras, tubos o cualquier otro elemento o estructura adecuada. Las estructuras interviguetas 1102 pueden mantener juntas las viguetas 1100 para formar las estructuras 1016 de vigueta. Se pueden usar otras estructuras en lugar de o además de las estructuras interviguetas 1102 para mantener las viguetas 1100 juntas y definir una estructura de vigueta rígidamente interconectada. Las dos estructuras 1016-1 y 1016-2 de vigueta se han acoplado de extremo a extremo para definir parte del tramo 1018 de vigueta. Se pueden usar soldaduras, abrazaderas, sujetadores o cualquier otro componente o técnica adecuada para formar los acoplamientos de extremo a extremo entre estructuras de vigueta y/o viguetas individuales. En los casos en los que una primera estructura de vigueta está acoplada de extremo a extremo con una segunda estructura de vigueta, las viguetas de la primera estructura de vigueta pueden superponerse al menos parcialmente a las viguetas de la segunda estructura de vigueta.

Volviendo a la FIG. 10D, en la operación 1008, el tramo 1018 de vigueta (formado por cualquier número de secciones de vigueta, como se describe en el presente documento) puede elevarse y acoplarse a uno o más pilones. Por ejemplo, el tramo 1018 de vigueta puede elevarse usando una o más grúas, sistemas de gato o cualquier otra técnica adecuada y, a continuación, el tramo 1018 de vigueta puede acoplarse a los pilones 1012 a través de ménsulas, como se ha descrito en el presente documento. En algunos casos, el acoplamiento de estructuras de vigueta (como se muestra en la FIG. 11, por ejemplo) puede ocurrir mientras las estructuras de vigueta están levantadas o elevadas. Por ejemplo, una primera estructura de vigueta puede acoplarse a un pilón 1012, y otra estructura de vigueta puede elevarse para encontrarse y acoplarse a la primera estructura de vigueta.

En la operación 1010 (FIG. 10F), se puede construir una estructura de carretera 1020 en la parte superior del tramo 1018 de vigueta. La construcción de la estructura de carretera 1020 puede incluir acoplar encofrados a las estructuras de vigueta y rellenar los encofrados con hormigón armado para definir un elemento de carretera, soportes de carretera y paredes laterales (mostrados y descritos con respecto a las FIGS. 2-4B). Los encofrados pueden rellenarse usando una máquina de colocación o pavimentación de hormigón que rellena los encofrados y define una superficie de desgaste suave a lo largo de la parte superior del elemento de carretera. La máquina de colocación o pavimentación de hormigón puede estar al menos parcialmente automatizada y puede ser capaz de conformar la estructura de carretera 1020 de acuerdo con un modelo informático predeterminado. Por ejemplo, la máquina de colocación o pavimentación de hormigón puede ajustar parámetros tales como el grosor del elemento de carretera, una altura del elemento de carretera por encima de la estructura de vigueta u otros parámetros, para producir la configuración de estructura de carretera objetivo. Tal y como se indica en el presente documento, la configuración de estructura de carretera objetivo puede tener una forma que produzca una característica de conducción objetivo para un pasajero del vehículo, y la máquina de colocación o pavimentación de hormigón puede producir la calzada de acuerdo con esa forma. La máquina de colocación o pavimentación de hormigón puede usar sistemas y técnicas de posicionamiento

de alta precisión para garantizar que la posición y la forma de la estructura de carretera 1020 corresponden al modelo informático predeterminado. Por ejemplo, la máquina de colocación o pavimentación de hormigón puede usar un sistema de posicionamiento global diferencial (p. ej., GPS diferencial o DGPS) para establecer su ubicación y garantizar la ubicación, posición y forma correctas de la estructura de carretera 1020.

5 Se pueden realizar otras operaciones de construcción antes, durante o después de las operaciones mostradas y descritas con respecto a las FIGS. 10A-10F. Por ejemplo, se puede construir una valla a lo largo de la calzada, se pueden instalar conductos para agua, cableado u otros servicios públicos en la calzada (p. ej., dentro de las estructuras de vigueta), y se pueden instalar otros equipos en la calzada para facilitar la operación de los vehículos.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la calzada elevada descrita en el presente documento puede usarse con un sistema de transporte en el que numerosos vehículos pueden operarse de manera autónoma para transportar pasajeros y/o mercancías a lo largo de la calzada elevada. Por ejemplo, un sistema o servicio de transporte puede proporcionar una flota de vehículos que opere a lo largo de la calzada elevada. Los vehículos en un sistema de transporte de este tipo pueden configurarse para operar de forma autónoma. Como se utiliza en el presente documento, el término "autónomo" puede referirse a un modo o esquema en el que los vehículos pueden operar sin un control manual continuo de un operador humano. Por ejemplo, los vehículos sin conductor pueden circular a lo largo de una calzada, incluyendo calzadas elevadas como las descritas anteriormente, usando un sistema de sensores que guían el vehículo y un sistema de mecanismos de accionamiento y dirección automáticos que controlan la velocidad y dirección del vehículo. En algunos casos, los vehículos pueden no requerir el control de la dirección, la velocidad o el sentido de la marcha por parte de los pasajeros, y puede excluir controles como los pedales de acelerador y freno, volantes y otros controles manuales accesibles para los pasajeros. En algunos casos, los vehículos pueden incluir controles de accionamiento manual que pueden usarse con fines de mantenimiento, anulaciones de emergencia o similares. Dichos controles pueden estar ocultos, guardados o no accesibles directamente de otra manera por un usuario durante la operación normal del vehículo. Por ejemplo, pueden estar diseñados para que solo puedan acceder a ellos los operadores formados, el personal de mantenimiento o similares.

La operación autónoma no tiene por qué excluir toda operación humana o manual de los vehículos o del sistema de transporte en su conjunto. Por ejemplo, los operadores humanos pueden intervenir en la operación de un vehículo por seguridad, conveniencia, pruebas u otros fines. Tal intervención puede ser local para el vehículo, como cuando un conductor humano toma los mandos del vehículo, o a distancia, como cuando un operador envía órdenes al vehículo a través de un sistema de control remoto. De la misma manera, algunos aspectos de los vehículos pueden ser controlados por los pasajeros de los vehículos. Por ejemplo, un pasajero en un vehículo puede seleccionar un destino objetivo, una ruta, una velocidad, controlar el funcionamiento de las puertas y/o ventanas, o similares. En consecuencia, se entenderá que los términos "autónomo" y "operación autónoma" no excluyen necesariamente toda intervención u operación humana de los vehículos individuales o del sistema de transporte global.

Los vehículos en un sistema de transporte autónomo como se describe en el presente documento pueden operarse en una calzada completamente pública o en una calzada cerrada (que puede incluir segmentos de superficie y segmentos elevados, como se ha descrito anteriormente). Una calzada cerrada puede personalizarse para la operación de los vehículos específicos del sistema y el sistema de transporte en su conjunto. Por ejemplo, la calzada puede tener marcadores, señales, referencias u otros objetos o componentes sobre, en o cerca de la calzada para ayudar a los vehículos a operar. Por ejemplo, los vehículos pueden incluir sensores que pueden detectar marcadores magnéticos que están incrustados en el elemento de carretera para ayudar a guiar los vehículos y permitir que los vehículos determinen su ubicación, velocidad, orientación o similares. Como otro ejemplo, la calzada puede tener señales u otros indicadores que pueden detectarse por cámaras en el vehículo y que proporcionan información tal como la ubicación, el límite de velocidad, los patrones de flujo de tráfico y similares.

Los vehículos del sistema de transporte pueden incluir varios sensores, cámaras, sistemas de comunicaciones, procesadores y/u otros componentes o sistemas que ayudan a facilitar la operación autónoma. Por ejemplo, los vehículos pueden incluir una matriz de sensores que detecta imanes u otros marcadores incrustados en el elemento de carretera y que ayudan al vehículo a determinar su ubicación, posición y/u orientación en la calzada. Los vehículos también pueden incluir sistemas de comunicaciones inalámbricas de vehículo a vehículo, tales como sistemas de comunicaciones ópticas, que permiten que los vehículos se informen entre sí de parámetros operativos tales como su estado de frenado, estado de aceleración, su siguiente maniobra (p. ej., giro a la derecha, giro a la izquierda, detenciones planificadas), el número o tipo de carga útil (p. ej., humanos o mercancías) o similares. Los vehículos también pueden incluir sistemas de comunicaciones inalámbricas para facilitar la comunicación con un sistema de operaciones central que tenga autoridad de mando y control sobre el sistema de transporte.

Los vehículos del sistema de transporte pueden estar diseñados para mejorar el funcionamiento y la comodidad del sistema de transporte. Por ejemplo, un propósito principal del sistema de transporte puede ser proporcionar un transporte personal cómodo, práctico, rápido y eficiente. Para proporcionar comodidad personal, los vehículos pueden estar diseñados para facilitar la entrada y salida de los pasajeros, y pueden tener asientos cómodos con un generoso espacio para las piernas y la cabeza. Los vehículos también pueden tener un sofisticado sistema de suspensión que proporcione una conducción cómoda y parámetros ajustables dinámicamente para ayudar a mantener el vehículo nivelado, colocado a una altura adecuada, y para garantizar una conducción cómoda en toda una gama de pesos de

carga variables.

Los automóviles personales convencionales están diseñados para funcionar principalmente en una sola dirección. Esto se debe en parte al hecho de que los conductores están orientados hacia delante, y circular marcha atrás durante largas distancias no suele ser seguro ni necesario. Sin embargo, en los vehículos autónomos, donde los humanos no controlan directamente el funcionamiento del vehículo en tiempo real, puede ser ventajoso que un vehículo pueda circular bidireccionalmente. Por ejemplo, los vehículos de un sistema de transporte como se describe en el presente documento pueden ser sustancialmente simétricos, de tal manera que los vehículos carecen de una parte delantera o trasera visual o mecánicamente distinta. Además, las ruedas pueden controlarse de manera suficientemente independiente para que el vehículo funcione de manera sustancialmente idéntica independientemente del extremo del vehículo orientado en la dirección de la marcha. Este diseño simétrico proporciona varias ventajas. Por ejemplo, el vehículo puede maniobrar en espacios más pequeños eliminando potencialmente la necesidad de hacer giros en U u otras maniobras para reorientar los vehículos de modo que estén orientados "hacia adelante" antes de iniciar un viaje.

Las FIGS. 12A y 12B son vistas en perspectiva de un ejemplo de vehículo 1200 de calzada de cuatro ruedas (denominado en el presente documento simplemente como un "vehículo") que puede usarse en un sistema de transporte como se describe en el presente documento. Las FIGS. 12A-12B ilustran la simetría y bidireccionalidad del vehículo 1200. En particular, el vehículo 1200 define un primer extremo 1202, mostrado en primer plano en la FIG. 12A, y un segundo extremo 1204, mostrado en primer plano en la FIG. 12B. En algunos ejemplos y como se muestra, los extremos primero y segundo 1202, 1204 son sustancialmente idénticos. Así mismo, el vehículo 1200 puede configurarse de modo que pueda conducirse con cualquier extremo orientado hacia la dirección de desplazamiento. Por ejemplo, cuando el vehículo 1200 se desplaza en la dirección indicada por la flecha 1214, el primer extremo 1202 es el extremo delantero del vehículo 1200, mientras que cuando el vehículo 1200 se desplaza en la dirección indicada por la flecha 1212, el segundo extremo 1204 es el extremo delantero del vehículo 1200.

El vehículo 1200 también puede incluir ruedas 1206 (p. ej., ruedas 1206-1 - 1206-4). Las ruedas 1206 pueden emparejarse de acuerdo con su proximidad a un extremo del vehículo. Por tanto, las ruedas 1206-1, 1206-3 pueden colocarse cerca del primer extremo 1202 del vehículo y se pueden denominar primer par de ruedas 1206, y las ruedas 1206-2, 1206-4 pueden colocarse cerca del segundo extremo 1204 del vehículo y se pueden denominar segundo par de ruedas 1206. Cada par de ruedas puede ser accionado por al menos un motor (p. ej., un motor eléctrico), y cada par de ruedas puede dirigir el vehículo. Dado que cada par de ruedas puede girar para dirigir el vehículo, el vehículo puede tener características de conducción y manejo similares independientemente del sentido de la marcha. En algunos casos, el vehículo puede funcionar en un modo de dirección a dos ruedas, en el que solo un par de ruedas dirige el vehículo 1200 en un momento dado. En tales casos, el par de ruedas particular que dirige el vehículo 1200 puede cambiar cuando cambia la dirección de desplazamiento. En otros casos, el vehículo puede funcionar en un modo de dirección a cuatro ruedas, en el que las ruedas se accionan conjuntamente para dirigir el vehículo. En el modo de dirección a cuatro ruedas, los pares de ruedas pueden girar en la misma dirección o en direcciones opuestas, dependiendo de la maniobra de dirección que se esté realizando y/o de la velocidad del vehículo.

El vehículo 1200 también puede incluir puertas 1208, 1210 que se abren para permitir que los pasajeros y otras cargas útiles (p. ej., envases, equipaje, carga) se coloquen dentro del vehículo 1200. Las puertas 1208, 1210, que se describen con mayor detalle en el presente documento, pueden extenderse sobre la parte superior del vehículo de modo que cada una define dos segmentos laterales opuestos. Por ejemplo, cada puerta define un segmento lateral en un primer lado del vehículo y otro segmento lateral en un segundo lado opuesto del vehículo. Cada una de las puertas también define un segmento de techo que se extiende entre los segmentos laterales y define parte del techo (o lado superior) del vehículo. En algunos casos, las puertas 1208, 1210 se asemejan a una "U" invertida en sección transversal y pueden denominarse puertas de marquesina. Los segmentos laterales y el segmento de techo de las puertas pueden formarse como una unidad estructural rígida, de modo que todos los componentes de la puerta (p. ej., los segmentos laterales y el segmento de techo) se mueven conjuntamente entre sí. En algunos casos, las puertas 1208, 1210 incluyen una carcasa unitaria o chasis de puerta que se forma a partir de una estructura monolítica. La carcasa unitaria o chasis de puerta puede formarse a partir de una lámina o estructura compuesta que incluye, por ejemplo, fibra de vidrio, compuesto de carbono y/u otros materiales compuestos ligeros.

Las FIGS. 13A y 13B son vistas laterales y en perspectiva del vehículo 1200 con las puertas 1208, 1210 en un estado abierto. Debido a que las puertas 1208, 1210 definen cada una dos segmentos laterales opuestos y un segmento de techo, puede revelarse un espacio interno ininterrumpido 1302 cuando se abren las puertas 1208, 1210. En el ejemplo representado en las FIG. 13A y 13B, cuando se abren las puertas 1208, 1210, puede definirse una sección abierta entre las puertas 1208, 1210 que se extiende desde un lado del vehículo 1200 al otro. Esto puede permitir la entrada y salida sin obstáculos al vehículo 1200 por parte de los pasajeros en ambos lados del vehículo 1200. La falta de una estructura superior cuando se abren las puertas 1208, 1210 puede permitir que los pasajeros caminen a través del vehículo 1200 sin un límite en el espacio libre superior.

El vehículo 1200 también puede incluir asientos 1304, que pueden estar situados en extremos opuestos del vehículo 1200 y enfrentados entre sí. Como se muestra, el vehículo incluye dos asientos 1304, aunque también son posibles otros números de asientos y otras disposiciones de asientos (p. ej., ningún asiento, un asiento, tres asientos, etc.). En algunos casos, los asientos 1304 pueden retirarse, plegarse o replegarse para que las sillas de ruedas, sillitas de

paseo, bicicletas o equipaje pueden colocarse más fácilmente en el vehículo 1200.

Los vehículos para su uso en un sistema de transporte como se describe en el presente documento, tal como el vehículo 1200, pueden estar diseñados para un funcionamiento seguro y cómodo, así como para facilitar la fabricación y el mantenimiento. Para conseguir estas ventajas, los vehículos pueden estar diseñados para tener una estructura de bastidor que incluya muchos de los componentes estructurales y operativos del vehículo (p. ej., el motor, la suspensión, las baterías, etc.) y que se coloque cerca del suelo. Una estructura de carrocería puede estar unida o asegurada a la estructura de bastidor. Las FIGS. 14A-14B ilustran vistas parciales despiezadas de vehículos, que pueden ser realizaciones del vehículo 1200, que muestran configuraciones de ejemplo de una estructura de bastidor y una estructura de carrocería. Como se describe a continuación, la posición baja de la estructura de bastidor combinada con la estructura de carrocería relativamente ligera produce un vehículo con un centro de gravedad muy bajo, lo que aumenta la seguridad y el manejo del vehículo. Por ejemplo, un centro de gravedad bajo reduce el riesgo de que el vehículo vuelque cuando se encuentra con superficies de carretera inclinadas, cargas de viento, curvas cerradas o similares, y también reduce el balanceo de la carrocería del vehículo durante los giros u otras maniobras. Además, colocando muchos de los componentes operativos del vehículo, tal como motores, baterías, sistemas de control, sensores (p. ej., sensores que detectan imanes montados en la carretera u otros marcadores) y similares, en la estructura de bastidor, la fabricación y la reparación pueden simplificarse.

La FIG. 14A es una vista despiezada parcial de un vehículo 1400, que puede ser una realización del vehículo 1200. Los detalles del vehículo 1200 pueden ser igualmente aplicables al vehículo 1400, y no se repetirán aquí. El vehículo 1400 puede incluir una estructura de carrocería 1402, que puede incluir puertas (p. ej., las puertas 1208, 1210 descritas anteriormente) y otros componentes de carrocería, y una estructura de bastidor 1404 a la que se une la estructura de carrocería 1402.

La estructura de bastidor 1404 puede conformarse acoplando entre sí varios componentes estructurales. Por ejemplo, la FIG. 14A muestra una estructura de bastidor 1404 que incluye un módulo base 1410 y módulos de rueda primero y segundo 1406, 1408. Los módulos de rueda 1406, 1408 pueden ser iguales o similares entre sí y, de hecho, pueden ser intercambiables entre sí. De esta forma, el ensamblaje y la reparación pueden simplificarse ya que los módulos de rueda pueden reemplazarse y/o intercambiarse fácil y rápidamente, y puede ser necesario producir y/o almacenar menos piezas de recambio únicas.

Los módulos de rueda 1406, 1408 pueden incluir componentes de accionamiento, suspensión y dirección del vehículo. Por ejemplo, los módulos de rueda pueden incluir sistemas de suspensión de rueda (que pueden definir o incluir soportes, ejes o bujes de rueda, representados en la FIG. 14A como los puntos 1412), sistemas de dirección, motores de accionamiento y, opcionalmente, controladores de motor. Las ruedas pueden montarse en los sistemas de suspensión de rueda a través de los soportes, ejes y bujes de rueda o similares. Los motores de accionamiento pueden incluir uno o más motores de accionamiento que accionan las ruedas, ya sea de forma independiente o conjunta. Los motores de accionamiento pueden recibir energía de una fuente de energía (p. ej., una batería) montada en el módulo base 1410. Los controladores de motor para los motores de accionamiento también pueden montarse en los módulos de rueda 1406, 1408, o pueden montarse en el módulo base 1410.

Los sistemas de suspensión pueden ser de cualquier tipo de sistema de suspensión adecuado. En algunos casos, los sistemas de suspensión incluyen sistemas de suspensión independientes para cada rueda. Por ejemplo, los sistemas de suspensión pueden ser sistemas de suspensión de barra de torsión de doble horquilla. Los sistemas de suspensión también pueden ser dinámicamente ajustables, tal como para controlar la altura de conducción, la precarga de suspensión, la amortiguación u otros parámetros de suspensión mientras el vehículo está parado o mientras está en movimiento. También se contemplan otros sistemas de suspensión, como la suspensión de eje oscilante, suspensión de pilar deslizante, suspensión de puntal MacPherson o similares. Así mismo, las funciones de resorte y amortiguación pueden ser proporcionadas por cualquier componente o sistema adecuado, tal como resortes helicoidales, resortes de ballesta, resortes neumáticos, resortes hidroneumáticos, amortiguadores magnetorreológicos y similares. Los sistemas de suspensión pueden configurarse para operar junto con el contorno de una superficie de carretera (p. ej., de una calzada elevada como se ha descrito anteriormente) para mantener una experiencia deseada para un pasajero.

Los módulos de rueda 1406, 1408 también pueden incluir sistemas de dirección que permiten que las ruedas giren para dirigir el vehículo. En algunos casos, las ruedas pueden ser dirigibles de manera independiente o pueden estar vinculadas (p. ej., a través de una cremallera de dirección) de modo que siempre apunten sustancialmente en la misma dirección durante el funcionamiento normal del vehículo. Como se ha mencionado anteriormente, dado que cada par de ruedas es dirigible, cualquiera de los módulos de rueda 1406, 1408 puede ser el módulo de rueda delantero o trasero en un momento dado. Además, esto permite que los vehículos usen esquemas de dirección de cuatro ruedas, así como para alternar entre dirección en dos ruedas y dirección en cuatro ruedas.

El módulo base 1410 puede incluir componentes tales como baterías, motores y mecanismos para abrir y cerrar las puertas del vehículo, sistemas de control (incluyendo ordenadores u otras unidades de procesamiento) y similares. Los módulos de rueda 1406, 1408 pueden unirse al módulo base 1410 de manera segura, tal como a través de pernos u otros sujetadores, estructuras entrelazadas, remaches, soldaduras o similares. En algunos casos, los módulos de rueda 1406, 1408 son extraíbles del módulo base 1410 de una manera no destructiva (p. ej., sin tener que cortar

soldaduras o metal o dañar de otra manera el material estructural del módulo) de modo que los módulos puedan ser reemplazados o desmontados unos de otros para facilitar el mantenimiento o la reparación. Por ejemplo, los módulos de rueda 1406, 1408 pueden unirse de manera extraíble al módulo base 1410 usando uno o más sujetadores o pasadores roscados.

5 La FIG. 14B es una vista despiezada parcial de un vehículo 1420, que puede ser una realización del vehículo 1200. Los detalles del vehículo 1200 pueden ser igualmente aplicables al vehículo 1420, y no se repetirán aquí. El vehículo 1420 puede incluir una estructura de carrocería 1422, que puede incluir puertas (p. ej., las puertas 1208, 1210 descritas anteriormente) y otros componentes de carrocería, y una estructura de bastidor 1424 a la que se une la estructura de carrocería 1422.

15 Mientras que la estructura de bastidor 1404 de la FIG. 14A incluía un módulo base y dos módulos de rueda, la estructura de bastidor 1424 de la FIG. 14B incluye dos módulos de rueda 1426, 1428 y ningún módulo base separado. Los módulos de rueda 1426, 1428 pueden incluir todos los componentes de los módulos de rueda 1406, 1408 de la FIG. 14B, pero también puede incluir componentes que se acoplaron o integraron de otra manera con el módulo base 1410. Por ejemplo, cada módulo de rueda 1426, 1428 puede incluir suspensión de rueda (que puede incluir soportes o ejes de rueda, ilustrados en la FIG. 14B como los puntos 1430), sistemas de dirección, motores de accionamiento y controladores de motor.

20 Los módulos de rueda 1426, 1428 también pueden incluir baterías, sistemas de control (incluyendo ordenadores u otras unidades de procesamiento), motores y mecanismos para abrir y cerrar las puertas del vehículo, y similares. En algunos casos, los componentes de los módulos de rueda 1426, 1428 pueden configurarse para ser componentes de reserva o redundantes. Por ejemplo, cada módulo de rueda 1426, 1428 puede incluir un sistema de control que es capaz de controlar todas las operaciones del vehículo, incluyendo el control de los componentes y mecanismos de su propio módulo de rueda, así como los del otro módulo de rueda de la estructura de bastidor 1424. En consecuencia, si un sistema de control funciona mal o falla, el otro sistema de control en el otro módulo de rueda puede asumir sin problemas la operación del vehículo.

30 Los módulos de rueda 1426, 1428 pueden unirse entre sí de manera segura, tal como a través de pernos u otros sujetadores, estructuras entrelazadas, remaches, soldaduras o similares. En algunos casos, los módulos de rueda 1426, 1428 son extraíbles entre sí de una manera no destructiva (p. ej., sin tener que cortar soldaduras o metal o dañar de otra manera el material estructural del módulo) de modo que los módulos puedan ser reemplazados o desmontados unos de otros para facilitar el mantenimiento o la reparación. Por ejemplo, los módulos de rueda 1426, 1428 pueden unirse de manera extraíble al módulo base 1410 usando uno o más sujetadores o pasadores roscados.

35 Aunque la estructura de carrocería 1422 se muestra en la FIG. 14B como separado de la estructura de bastidor 1424, otras realizaciones pueden integrar la estructura de carrocería 1422 con la estructura de bastidor 1424. Por ejemplo, la estructura de carrocería 1422 puede tener un primer segmento 1432 y un segundo segmento 1434, que pueden acoplarse estructuralmente a los módulos de rueda 1426, 1428, respectivamente. De esta forma, los componentes estructurales de la estructura de carrocería 1422 y la estructura de bastidor 1424 que requieren o se benefician de una alineación precisa pueden ensamblarse en una subestructura común, reduciendo así la desalineación entre esos componentes. Por ejemplo, como se describe en el presente documento, los mecanismos de puerta pueden incluir una articulación de cuatro barras con un pivote situado en el primer segmento 1432 de carrocería, y otro pivote situado en o cerca del módulo de la rueda 1426 (p. ej., el módulo de rueda situado directamente debajo de ese segmento de carrocería). Al construir el primer segmento 1432 de carrocería en el módulo de rueda 1426 subyacente, la posición relativa entre estos pivotes puede controlarse más estrechamente, lo que permite un funcionamiento más predecible o fiable del mecanismo de puerta. De manera adicional, en muchos casos, la alineación entre los segmentos primero y segundo 1432, 1434 de la estructura de carrocería 1422 puede ser menos importante que la alineación entre un segmento dado de la estructura de carrocería 1422 y el módulo de rueda subyacente. En consecuencia, integrar segmentos separados de la estructura de carrocería 1422 con módulos de rueda separados puede mejorar las tolerancias y la alineación de los componentes del vehículo.

50 Las FIGS. 14A-14B ilustran configuraciones de ejemplo de vehículos y estructuras de bastidor. También son posibles otras configuraciones, sin embargo. Así mismo, las estructuras de bastidor y las estructuras de carrocería mostradas en las FIGS. 14A-14B se conciben más como representaciones esquemáticas de estos componentes, y estos componentes pueden incluir otras estructuras que se omiten de las FIGS. 14A-14B para mayor claridad. Se pueden realizar conexiones e integraciones estructurales adicionales entre las estructuras de carrocería y las estructuras de bastidor que se representan explícitamente en las FIGS. 14A-14B. Por ejemplo, los componentes de un mecanismo de puerta que abren y cierran las puertas de las estructuras de carrocería pueden unirse tanto a las puertas como a las estructuras de bastidor.

60 En la descripción anterior, con fines explicativos, se ha utilizado una nomenclatura específica para facilitar la comprensión de las realizaciones descritas. Sin embargo, será evidente para un experto en la materia que no se requieren los detalles específicos para poner en práctica las realizaciones descritas. Por tanto, con las descripciones anteriores de las realizaciones específicas descritas en el presente documento se presentan con fines ilustrativos y descriptivos. No pretenden ser exhaustivas ni limitar las realizaciones a las formas precisas divulgadas. Será evidente

para un experto en la materia que son posibles muchas modificaciones y variaciones en vista de las enseñanzas anteriores.

- 5 El término "calzada" se usa en el presente documento para referirse a estructuras que soportan vehículos en movimiento, la calzada elevada descrita en el presente documento no se ajusta necesariamente a ninguna definición, norma o requisito que puede asociarse al término "calzada", tal como puede utilizarse en leyes, regulaciones, códigos de transporte o similares. En este sentido, la calzada elevada descrita en el presente documento no está necesariamente obligada a (y de hecho puede no) proporcionar las mismas características y/o estructuras de una "calzada" convencional. Evidentemente, las calzadas elevadas descritas en el presente documento pueden cumplir
- 10 con todas y cada una de las leyes aplicables, normas de seguridad u otras normas para la seguridad de los pasajeros, los transeúntes, los operadores, los fabricantes, el personal de mantenimiento o similares.

REIVINDICACIONES

1. Una calzada elevada (100) para vehículos autónomos (108), que comprende:
un pilón (102, 500, 900) que se extiende verticalmente desde un anclaje de suelo (510) y que comprende:
5 un tubo metálico (700) que define una cavidad central; y
una columna de hormigón (702) dentro de la cavidad central;
una ménsula (104, 512) acoplada al pilón (102, 500, 900) y que comprende:
una placa de montaje (516) asegurada al pilón (102, 500, 900); y
un elemento (800) de soporte de carretera en voladizo que se extiende desde la placa de montaje (516); y
10 una sección de carretera (106, 502, 902) en voladizo acoplada al pilón (102, 500, 900) a través
del elemento (800) de soporte de carretera en voladizo de tal manera que la sección de carretera en voladizo solo se
soporta a lo largo de un lado, en donde la sección de carretera en voladizo comprende:
una estructura (202, 406, 416) de vigueta acoplada estructuralmente al elemento (800) de soporte de carretera en
voladizo;
15 un elemento (204, 401) de carretera por encima de la estructura (202, 406, 416) de vigueta y soportado por la
estructura (202, 406, 416) de vigueta; y
barreras laterales primera y segunda (206, 208) a lo largo de los lados primero y segundo del elemento (204, 401)
de carretera, respectivamente.
- 20 2. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde la columna de hormigón (702) comprende hormigón
reforzado con acero.
3. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde el tubo metálico (700) o la columna de hormigón (702) es
capaz de soportar completamente un peso de la sección de carretera (106, 502, 902) en voladizo.
- 25 4. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde la estructura (202, 406, 416) de vigueta comprende una
pluralidad de viguetas (407, 417) paralelas.
5. La calzada elevada (100) de la reivindicación 4, en donde la pluralidad de viguetas (407, 417) paralelas comprende
30 cuatro viguetas (407, 417) paralelas.
6. La calzada elevada (100) de la reivindicación 5, en donde:
la sección de carretera (106, 502, 902) en voladizo comprende, además:
un encofrado metálico acoplado a la estructura (202, 406, 416) de vigueta; y
35 un soporte de carretera de hormigón conformado en el encofrado metálico; y
el elemento (204, 401) de carretera y el soporte de carretera de hormigón son partes de una estructura monolítica.
7. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde el elemento (204, 401) de carretera está adaptado para
40 recibir un vehículo (1200) de calzada de cuatro ruedas.
8. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde la placa de montaje (516) está asegurada al pilón (102,
500, 900) mediante anclajes (514) embebidos en la columna de hormigón (702).
9. La calzada elevada (100) de la reivindicación 1, en donde la placa de montaje (516) y el elemento (800) de soporte
45 de carretera en voladizo están conformados de metal.

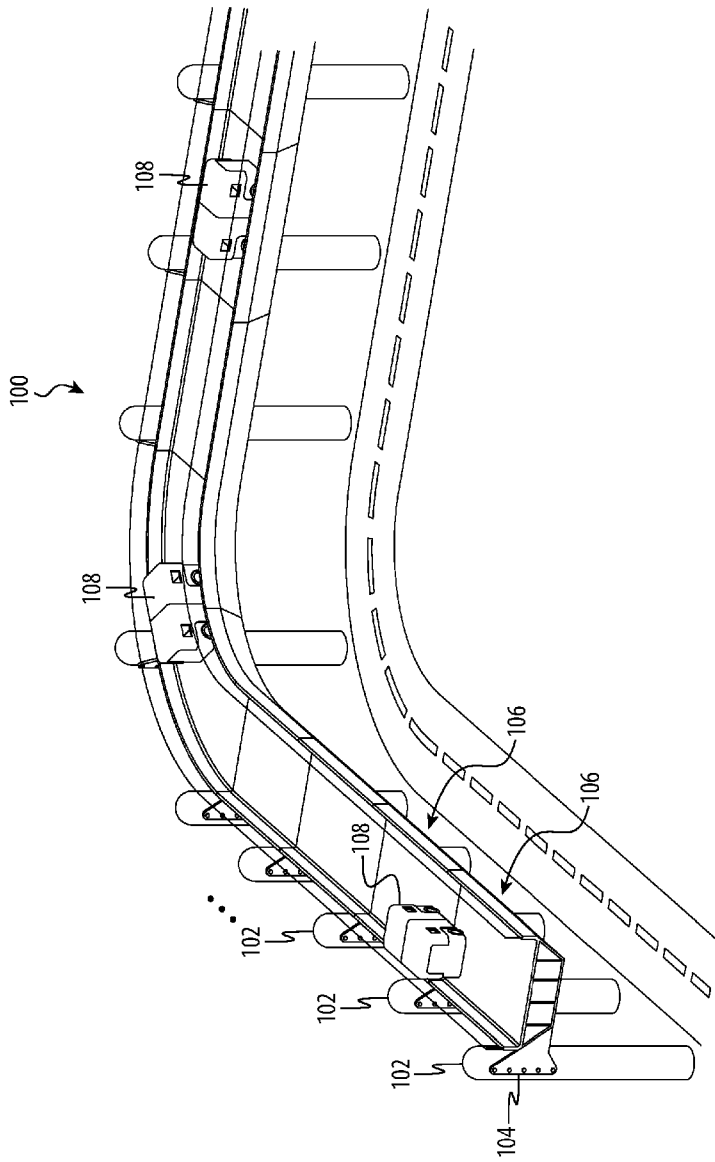


FIG. 1

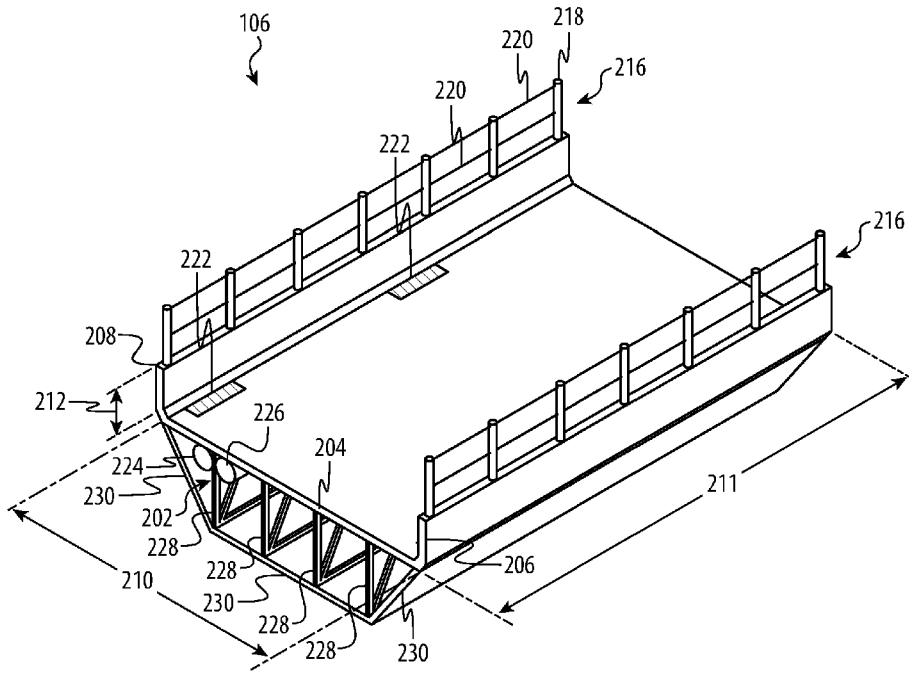


FIG. 2

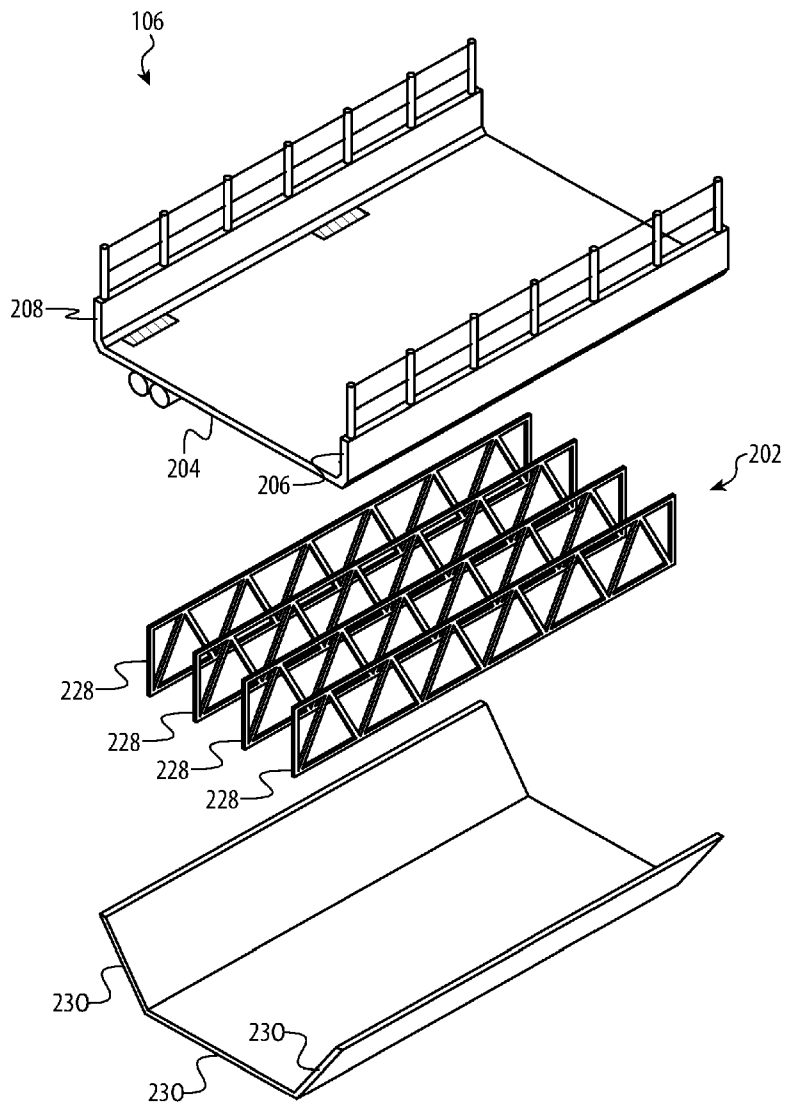


FIG. 3

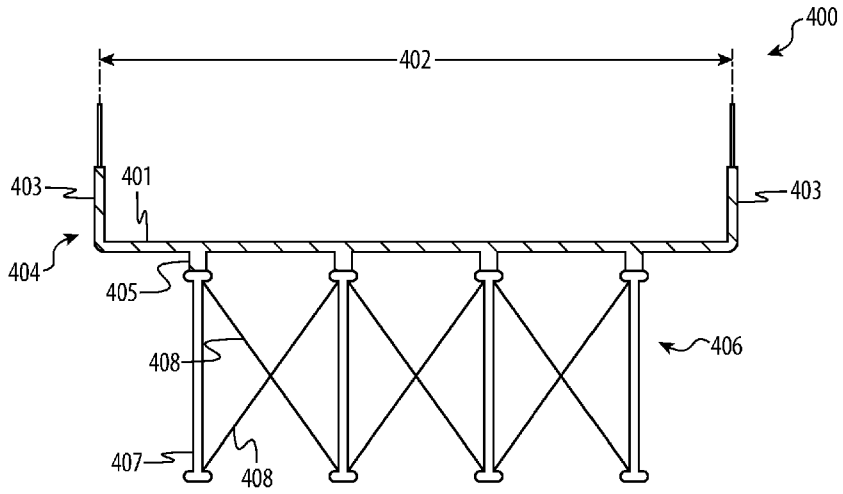


FIG. 4A

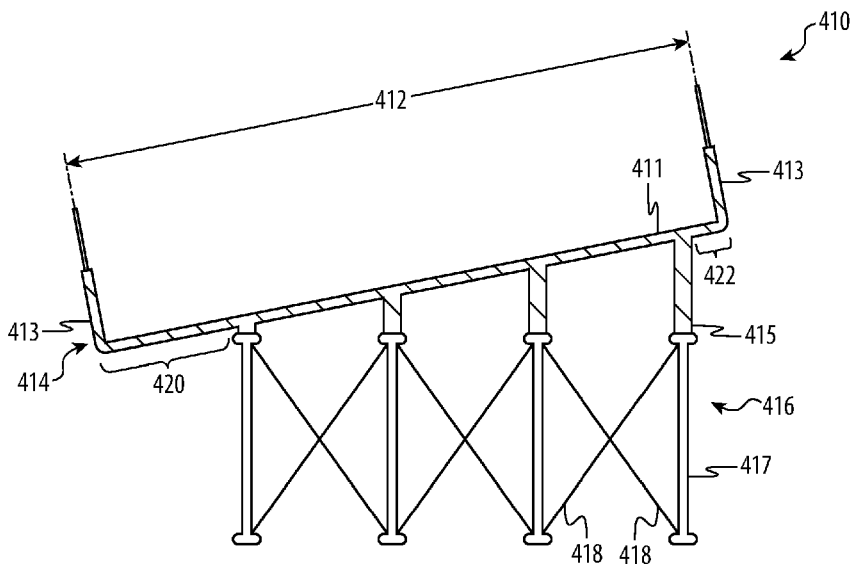


FIG. 4B

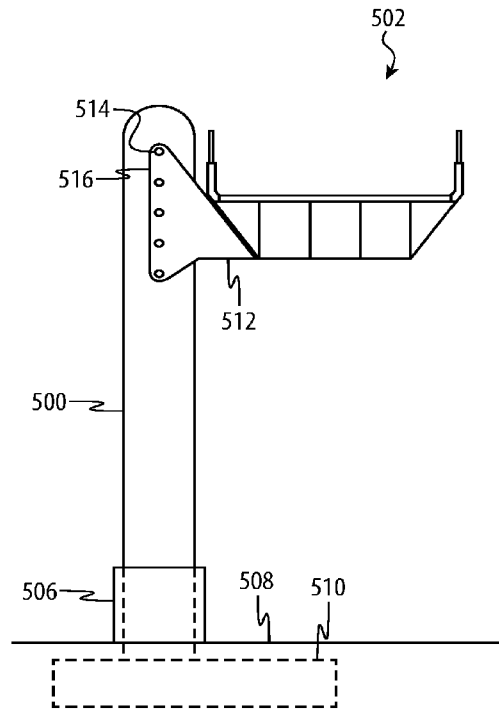


FIG. 5

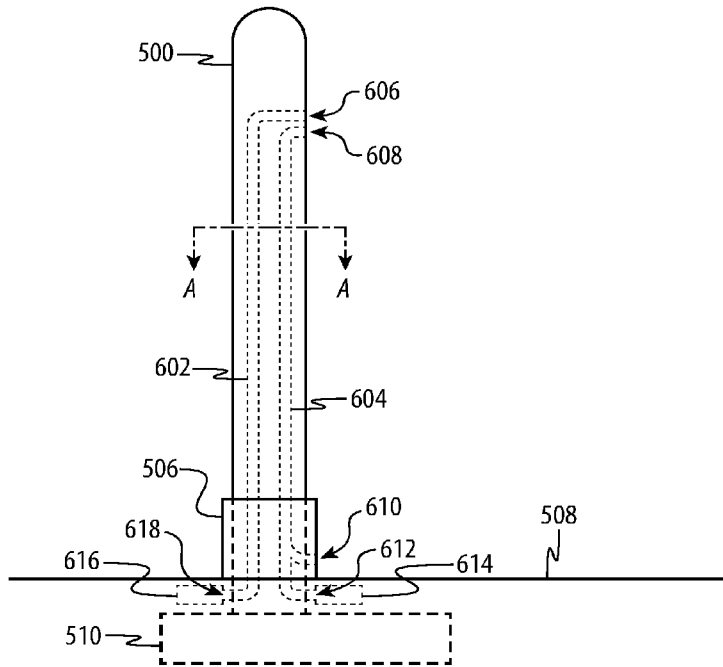


FIG. 6

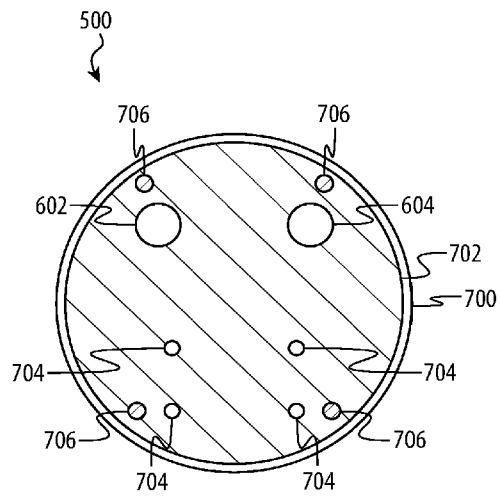


FIG. 7

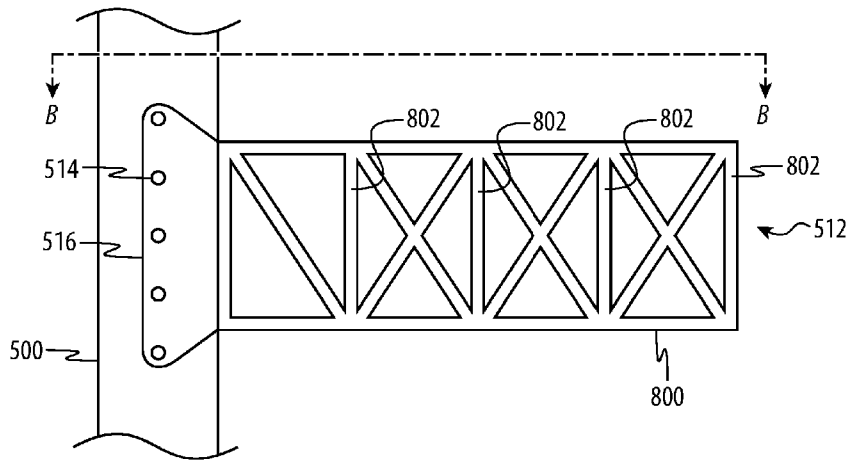


FIG. 8A

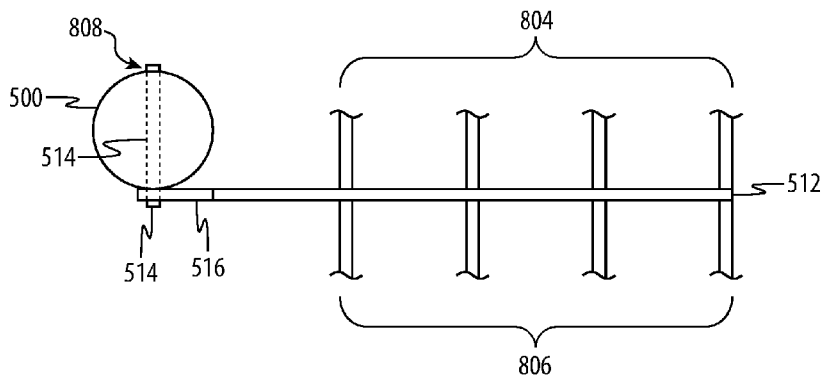


FIG. 8B

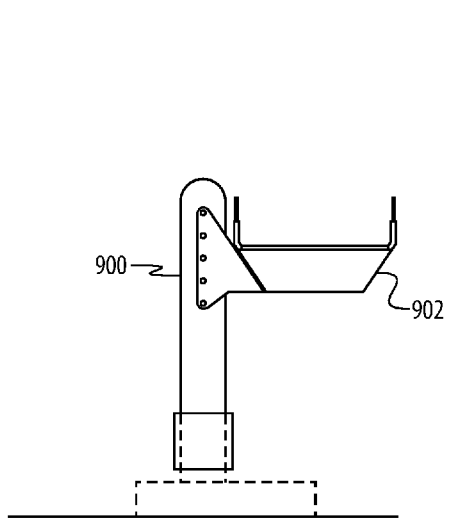


FIG. 9A

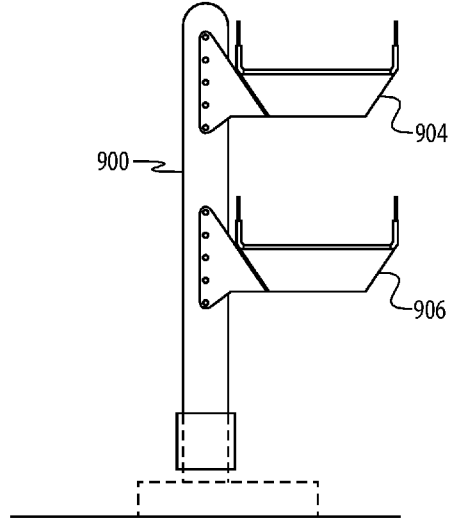


FIG. 9B

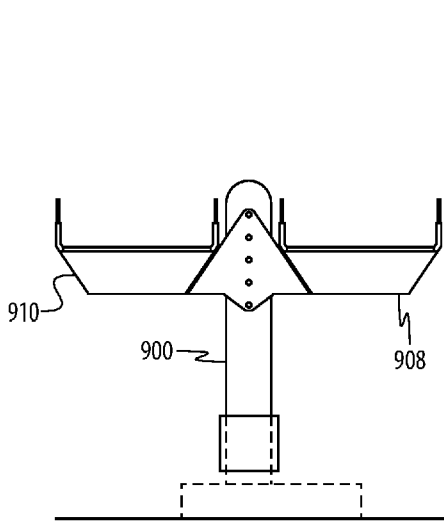


FIG. 9C

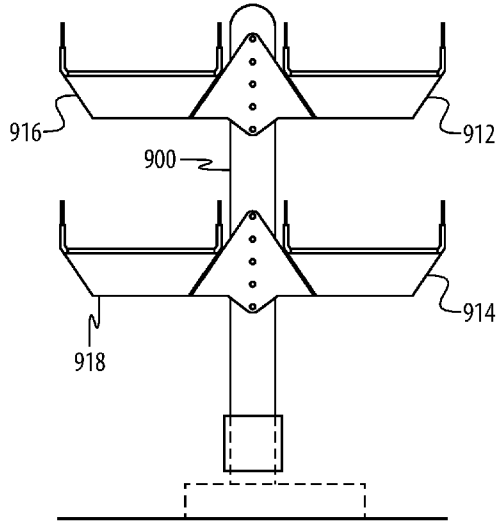
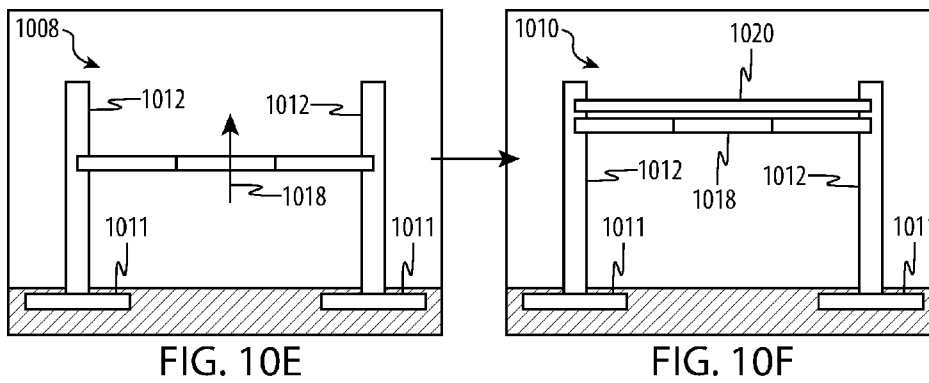
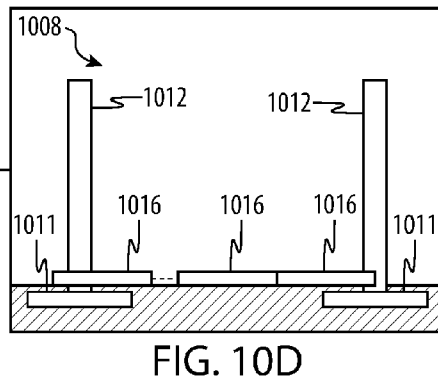
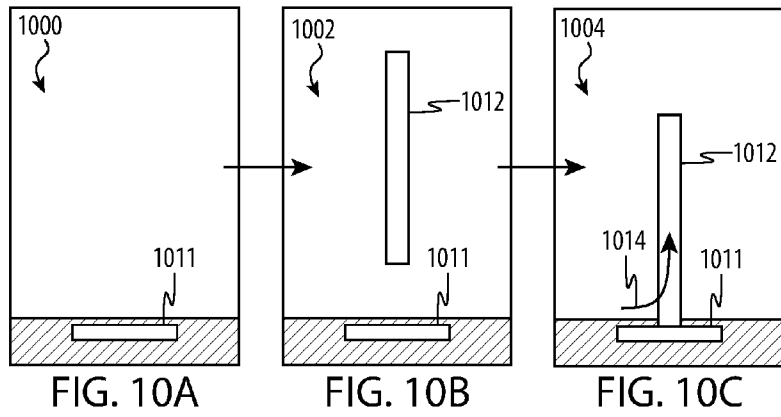


FIG. 9D



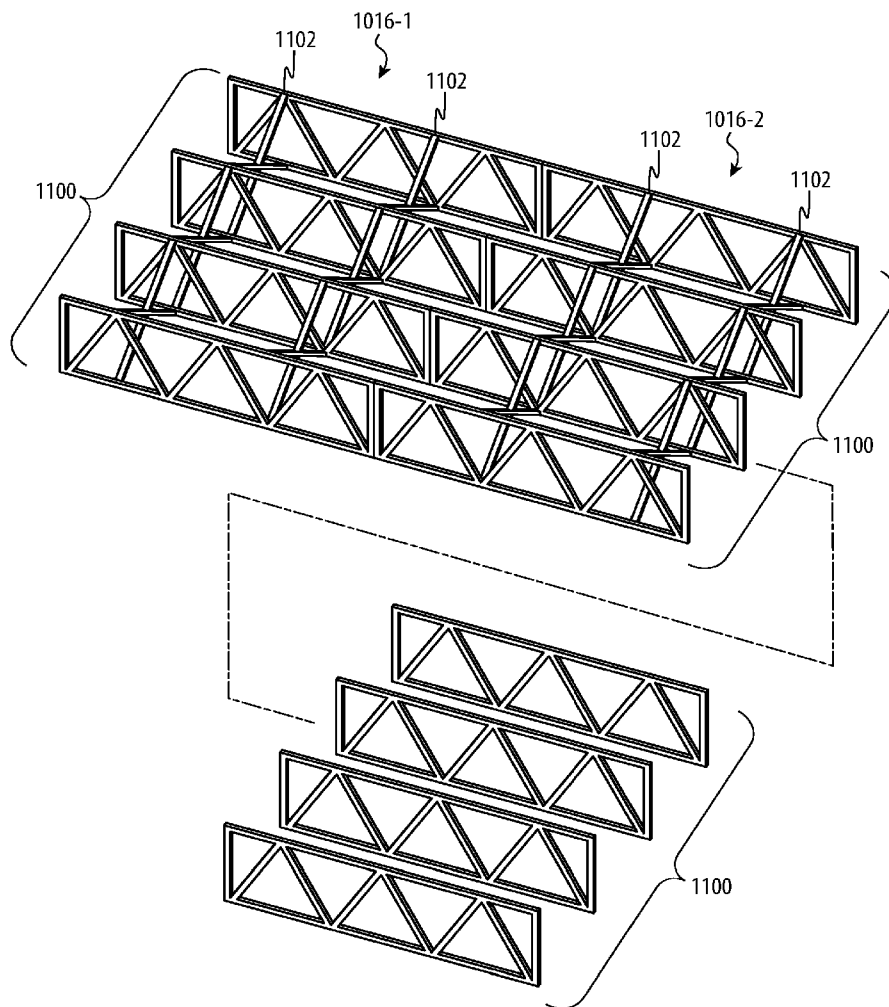


FIG. 11

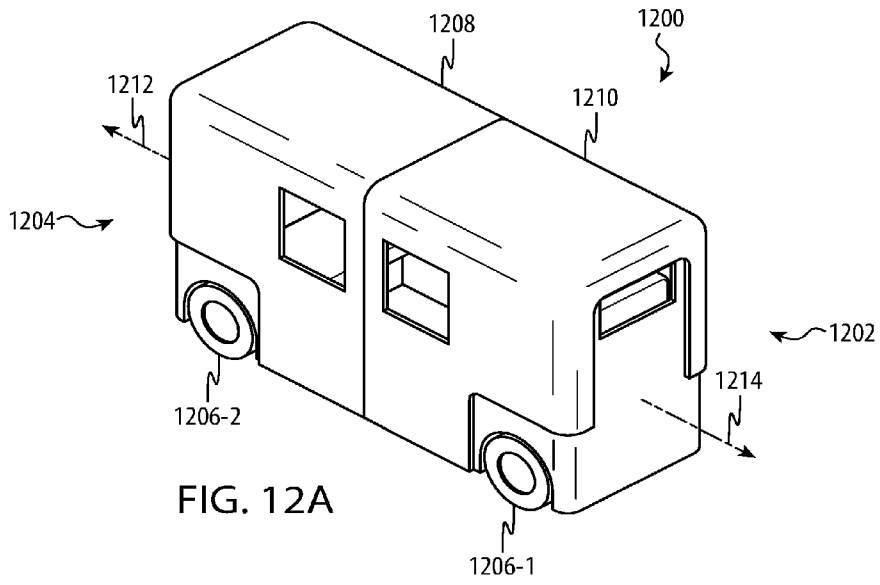


FIG. 12A

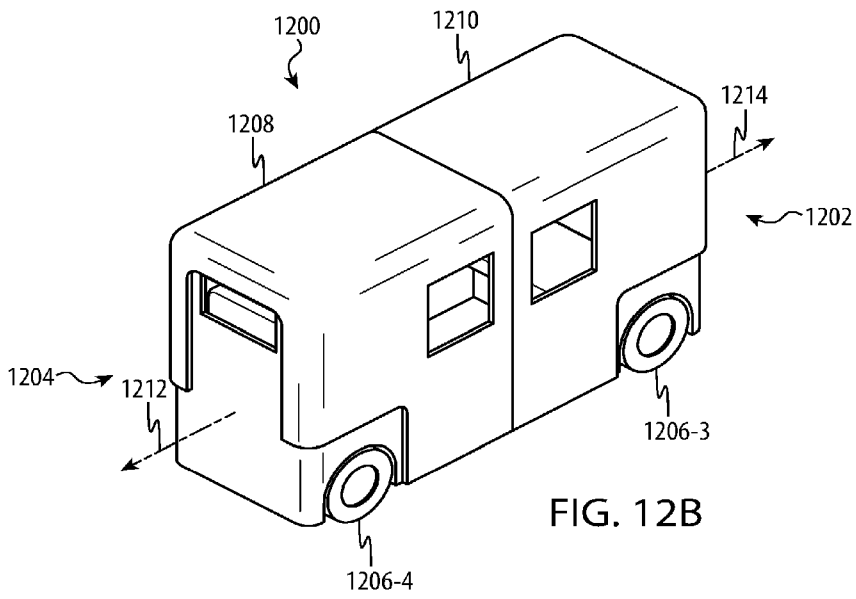


FIG. 12B

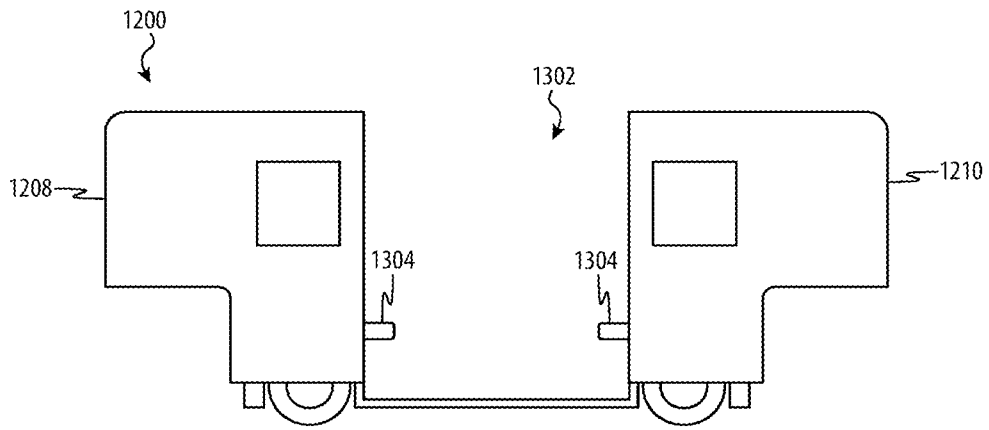


FIG. 13A

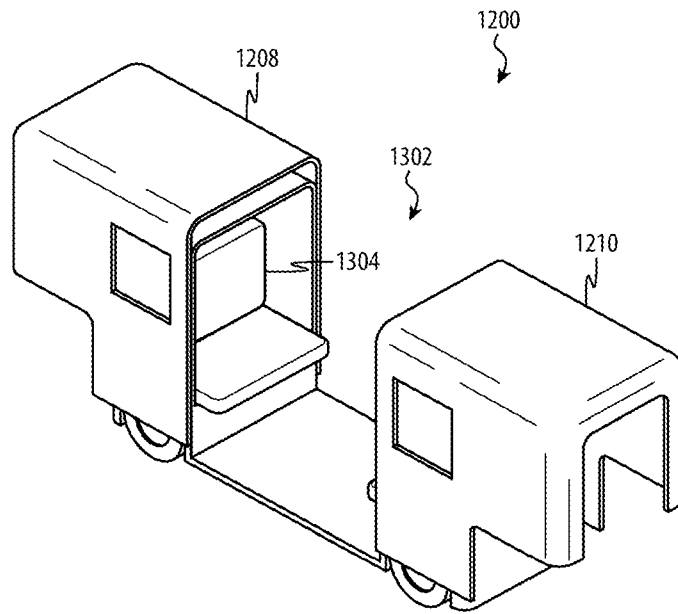


FIG. 13B

